

Letícia Nasário Biachi

**PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO CONECTADO À  
SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DE CASO:  
TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA**

Florianópolis  
2018



Letícia Nasário Biachi

**PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO CONECTADO À  
SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DE CASO:  
TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Curso de Graduação da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do Grau de Bacharel em  
Engenharia Elétrica.

Orientador: Professor Mauricio  
Valencia Ferreira da Luz, Dr.

Florianópolis  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Biachi, Leticia Nasário

Projeto elétrico de baixa tensão conectado à  
subestação de energia elétrica - Estudo de caso:  
Torre de Controle do Porto de Imbituba / Leticia  
Nasário Biachi ; orientador, Mauricio Valencia  
Ferreira da Luz, 2018.

135 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro  
Tecnológico, Graduação em Engenharia Elétrica,  
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Elétrica. 2. Projeto elétrico. 3.  
Dimensionamento. 4. Projeto luminotécnico. 5.  
Descargas atmosféricas. I. Luz, Mauricio Valencia  
Ferreira da. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia Elétrica. III.  
Titulo.

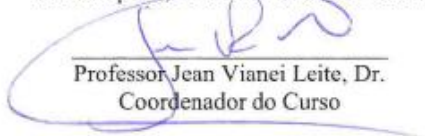


Letícia Nasário Biachi

**PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO CONECTADO À  
SUBESTAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DE CASO:  
TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica, e aprovado, em sua forma final, pelo Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.

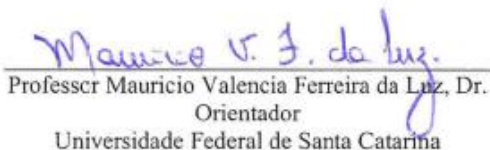
Florianópolis, 29 de novembro de 2018.



---

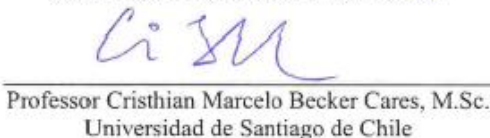
Professor Jean Viane Leite, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca examinadora:**




---

Professor Mauricio Valencia Ferreira da Luz, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina



---

Professor Cristhian Marcelo Becker Cares, M.Sc.  
Universidad de Santiago de Chile



---

Eng. Gustavo Felipe Martin Nascimento, M.Sc.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico esse trabalho aos meus  
pais, à minha irmã e ao meu noivo,  
que sempre estiveram do meu lado.



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma me acompanharam nessa trajetória de evolução profissional e pessoal.

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade da vida. Aos meus pais, Miguel e Fátima, por todo o carinho, amor e dedicação em minha educação, vocês foram, e sempre serão parte fundamental das minhas conquistas. Agradeço também à minha irmã, Liziane, com quem pude crescer e compartilhar bons momentos.

Agradeço ao Marcelo, que além de meu noivo, sempre foi um grande parceiro da vida, colega de graduação e meu porto seguro, obrigada por sempre estar ao meu lado.

Agradeço aos professores do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina por todo o conhecimento transmitido, em especial ao meu orientador, Mauricio Valencia Ferreira da Luz, obrigada por todo o suporte durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus colegas do Porto de Imbituba pelo agradável ambiente de trabalho, em especial ao meu orientador de estágio, Luiz Gustavo Piucco, pela excepcional experiência profissional que pude viver, além da amizade formada entre nós.

Por fim, e não menos importante, agradeço à Vênus por deixar a minha vida mais feliz.



## RESUMO

A importância da energia elétrica para atividades industriais, comerciais e residenciais nos dias atuais é evidente. Para que as instalações tenham o fornecimento de energia de forma confiável, segura e prática, diversas recomendações e condutas devem ser seguidas para a elaboração de projetos elétricos de baixa tensão, garantindo o correto dimensionamento de componentes e características da instalação. Dentro do conceito de projetos elétricos, existem projetos auxiliares que também são de responsabilidade do profissional técnico que realiza o projeto. Dentre eles pode-se citar o projeto luminotécnico, que busca propiciar a melhor iluminação possível para os diversos ambientes de trabalho, tendo sempre em mente o tipo de atividade desempenhada, garantindo conforto e segurança para os usuários. Outro projeto auxiliar importante está relacionado à proteção do sistema contra danos causados por descargas atmosféricas, e deve ser corretamente dimensionado e instalado, com objetivo de evitar danos à estrutura e à vida. De forma geral, todos os componentes e cálculos que envolvam eletricidade devem ser cuidadosamente dimensionados e corretamente instalados, evitando riscos associados à energia elétrica. Este trabalho apresenta o projeto luminotécnico, o projeto de baixa tensão e o projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas de uma torre de controle e sua conexão com uma subestação de energia elétrica abrigada rebaixadora de 112,5 kVA. Ambas as edificações encontram-se em área não alfandegada do Porto de Imbituba, situado na cidade de Imbituba em Santa Catarina. Os objetivos do trabalho foram atingidos e, de forma geral, todos os componentes foram cuidadosamente dimensionados, evitando riscos associados à energia elétrica.

**Palavras-chave:** Projeto elétrico; Dimensionamento; Projeto luminotécnico; Descargas atmosféricas.





## ABSTRACT

The importance of electrical energy for industrial, commercial and residential activities in the present day is clear. With the aim of ensuring reliable, safe and practical energy supply to the installations, several recommendations and actions must be followed for the design of low voltage electrical projects, ensuring the correct sizing of components and characteristics of the installation. In the concept of electrical projects, there are auxiliary projects that are the responsibility of the technical professional who develops the project. Among them we can mention the project of lighting technology, which seeks to provide the best possible illuminance for the various work environments, always keeping in mind the type of activity performed, guaranteeing comfort and safety for users. Another important auxiliary project is related to the protection of the system against damages caused by atmospheric discharges, and must be properly sized and installed, in order to avoid damage to structure and life. Generally, all components and calculations involving electricity must be carefully dimensioned and correctly installed, avoiding risks associated with electrical energy. This work presents the lighting, low voltage and lightning protection projects of a control tower and its connection to a sheltered electrical energy substation of 112.5 kVA. Both buildings are in a non-bonded area of the Port of Imbituba, located in the city of Imbituba, Santa Catarina. The goals of the work were achieved and, in general, all the components were carefully dimensioned, avoiding risks associated with electricity.

**Keywords:** Electrical project; Sizing; Lighting technology; Atmospheric discharges.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização das edificações em área não alfandegada do Porto de Imbituba.....	26
Figura 2. Junção p-n LED. ....	36
Figura 3. Simbologia de condutores em sistemas de aterramento.....	53
Figura 4. Esquema TN-S.....	54
Figura 5. Esquema TN-C-S.....	54
Figura 6. Esquema TN-C. ....	55
Figura 7. Esquema TT.....	55
Figura 8. Esquemas IT. ....	56
Figura 9. Diferentes esquemas de aterramento das massas em sistemas IT.....	56
Figura 10. Detecção do DR por fuga ao terra.....	59
Figura 11. Curvas de desligamento de disjuntores. ....	61
Figura 12. Funcionamento de dispositivo DPS. ....	63
Figura 13. Esquemas de conexão de DPS .....	65
Figura 14. Gráfico para consulta dos ângulos de proteção.....	71
Figura 15. Método das malhas .....	72
Figura 16. Método do ângulo de proteção.....	73
Figura 17. Método da esfera rolante.....	74
Figura 18. Situação atual da futura Torre de Controle. ....	83
Figura 19. Perspectivas do projeto arquitetônico da futura Torre de Controle.....	83
Figura 20. Medidas da Torre de Controle. ....	106



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Faixa de refletâncias. ....	30
Tabela 2. Iluminância mínimas para ambientes de trabalho. ....	31
Tabela 3. Relação cor e temperatura de fontes luminosas. ....	33
Tabela 4. Valores mínimos de $R_a$ para diferentes ambientes. ....	34
Tabela 5. Fator de manutenção para luminárias interiores com lâmpadas fluorescentes. ....	34
Tabela 6. Medidas elétricas de diferentes tecnologia de lâmpadas. ....	38
Tabela 7. Medidas de fluxo luminoso e eficiência luminosa de diferentes tecnologias de lâmpadas. ....	38
Tabela 8. Quantidade mínima de pontos de tomada por ambiente. ....	43
Tabela 9. Temperaturas limites de condutores conforme isolação. ....	46
Tabela 10. Métodos de referência. ....	47
Tabela 11. Seção mínima de condutores para circuitos. ....	49
Tabela 12. Limites de queda de tensão. ....	50
Tabela 13. Resistência e reatância dos condutores de cobre. ....	51
Tabela 14. Taxa de ocupação de eletrodutos. ....	52
Tabela 15. Classificação de fusíveis. ....	62
Tabela 16. Classes de DPS. ....	64
Tabela 17. Quantidade de circuitos reserva de acordo com o número de circuitos efetivamente instalados. ....	66
Tabela 18. Efeitos das descargas atmosféricas nos diferentes tipos de estruturas. ....	68
Tabela 19. Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA. ....	70
Tabela 20. Distância recomendada entre os condutores de descida e os anéis condutores de acordo com a classe do SPDA. ....	75
Tabela 21. Materiais, configuração e dimensões mínimas para os condutores de captação e condutores de descida. ....	77
Tabela 22. Materiais, configurações e dimensões mínimas de eletrodos de aterramento. ....	78
Tabela 23. Divisão dos ambientes do projeto da Torre de Controle. ....	81
Tabela 24. Dados mínimos para luminárias do projeto luminotécnico. ....	84
Tabela 25. Medidas básicas dos luminárias. ....	85
Tabela 26. Iluminância média para os ambientes do trabalho. ....	85
Tabela 27. Variáveis dos ambientes para o cálculo do RCR. ....	86
Tabela 28. Fator de utilização para luminária de 3500 lm ....	86

Tabela 29. Fator de utilização para luminária de 1800 lm .....	87
Tabela 30. Resultado do número de luminárias para cada ambiente.....	88
Tabela 31. Características da iluminação decorativa de cada ambiente do projeto. ....	89
Tabela 32. Distribuição de cargas para os circuitos terminais não estabilizados. ....	92
Tabela 33. Distribuição de cargas para os circuitos terminais estabilizados. ....	94
Tabela 34. Corrente, seção e proteção dos circuitos terminais não estabilizados. ....	96
Tabela 35. Corrente, seção e proteção dos circuitos terminais estabilizados .....	97
Tabela 36. Características dos quadros de distribuição presentes na edificação. ....	99
Tabela 37. Aplicação da demanda e resultado da corrente de projeto de cada quadro de distribuição.....	101
Tabela 38. Queda de tensão total de cada quadro de alimentação.....	102
Tabela 39. Quantidade e classe de DPS usado em cada quadro da edificação. ....	104

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

SCPar – Santa Catarina Participações e Parcerias

S.A. – Sociedade Anônima

SE – Subestação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

EL – Elétrico

BT – Baixa Tensão

NBR – Norma Brasileira

NR– Norma Regulamentadora

ISO – *International Organization for Standardization*

CIE – *Commission Internationale de l'Eclairage*

RCR – Razão da Cavidade do Recinto

LED – *Light Emitting Diode*

TUG – Tomada de Uso Geral

TUE – Tomada de Uso Específico

EPR – Borracha Etileno Propileno

PVC – *Polyvinyl Chloride*

XLPE – Polietileno Reticulado





## **SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	25
1.1. OBJETIVOS GERAIS .....	28
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	28
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
2.1. CONCEITOS PARA PROJETOS LUMINOTÉCNICOS .....	29
2.1.1. Conceitos Técnicos .....	29
2.1.1.1. Distribuição da Luminância .....	30
2.1.1.2. Iluminância.....	31
2.1.1.3. Fluxo Luminoso .....	31
2.1.1.4. Ofuscamento.....	32
2.1.1.5. Direcionalidade da Luz .....	32
2.1.1.6. Aspectos da Cor da Luz.....	32
2.1.1.7. Manutenção .....	34
2.1.2. Tecnologia LED .....	35
2.1.2.1. Princípio de Funcionamento.....	36
2.1.2.2. Aspectos Ambientais e Econômicos .....	37
2.1.3. Método dos Lúmens .....	39
2.2. CONCEITOS PARA PROJETOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO .....	40
2.2.1. Distribuição de Cargas .....	41
2.2.1.1. Pontos de Iluminação .....	42
2.2.1.2. Pontos de Tomadas.....	42
2.2.1.3. Cargas Especiais.....	44
2.2.2. Divisão de Instalação .....	45
2.2.3. Condutores Elétricos .....	45
2.2.3.1. Capacidade de Condução de Corrente.....	46

2.2.3.2. Seção Mínima.....	49
2.2.3.4. Queda de Tensão .....	50
2.2.3.5. Ocupação de Eletrodutos.....	51
2.2.4. Aterramento.....	52
2.2.4.1. Esquemas de Aterramento.....	52
2.2.4.1.1. Esquema TN.....	54
2.2.4.1.2. Esquema TT .....	55
2.2.4.1.3. Esquema IT .....	56
2.2.4.2. Infraestrutura de aterramento .....	56
2.2.5. Sistemas de proteção .....	58
2.2.5.1. Interruptor Diferencial Residual.....	58
2.2.5.2. Disjuntor.....	59
2.2.5.3. Fusível .....	61
2.2.5.4. Dispositivo de Proteção Contra Surtos.....	63
2.2.6. Quadros de distribuição.....	65
2.2.7. Entrada de Energia .....	66
2.3. SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS .....	67
2.3.1. Efeitos de Descargas Atmosféricas e Níveis de Proteção .....	68
2.3.2. Subsistema de Captação .....	70
2.3.2.1. Método das Malhas .....	71
2.3.2.2. Método do Ângulo de Proteção.....	72
2.3.2.3. Método da Esfera Rolante .....	73
2.3.3. Subsistema de Descida .....	74
2.3.4. Subsistema de Aterramento.....	75
2.3.5. Materiais e Componentes de Instalação .....	75
2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	79
3. ESTUDO DE CASO – TORRE DE CONTROLE.....	81

3.1. APRESENTAÇÃO DA OBRA.....	81
3.2. PROJETO LUMINOTÉCNICO.....	84
3.2.1. Escolha das Luminárias para o Cálculo Luminotécnico .....	84
3.2.2. Método dos Lúmens .....	85
3.2.3. Iluminação Decorativa .....	88
3.2.4. Iluminação de Emergência .....	90
3.2.4. Iluminação Especial .....	90
3.3. PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO .....	90
3.3.1. Circuitos Terminais .....	91
3.3.1.1. Distribuição de Cargas e Circuitos .....	91
3.3.1.2. Dimensionamento dos Condutores e Proteções .....	94
3.3.2. Circuitos de Distribuição.....	98
3.3.2.1. Quadros de Distribuição.....	98
3.3.2.2. Dimensionamento dos Condutores e Disjuntores.....	100
3.3.2.3. Queda de Tensão .....	101
3.3.3. Entrada de Energia e Sistema de Aterramento .....	102
3.3.3.1. Corrente de Curto-Circuito.....	103
3.3.4. Dispositivos de Proteção Contra Surtos .....	104
3.4. PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	105
3.4.1. Determinação da Altura do Mastro .....	106
3.4.2. Subsistema de Descidas .....	107
3.4.3. Subsistema de Aterramento.....	107
4. CONCLUSÃO .....	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	111
APÊNDICE A – Entrada de energia .....	114
APÊNDICE B – Projeto elétrico de baixa tensão - Térreo.....	115

APÊNDICE C – Projeto elétrico de baixa tensão – Segundo pavimento .....	116
APÊNDICE D – Projeto elétrico de baixa tensão – Terceiro pavimento .....	117
APÊNDICE E – Projeto elétrico de baixa tensão – Quarto pavimento .....	118
APÊNDICE F – Projeto elétrico de baixa tensão – Quinto pavimento .....	119
APÊNDICE G – Projeto elétrico de baixa tensão – Mirante.....	120
APÊNDICE H – Projeto elétrico de baixa tensão – Prumanda .....	121
APÊNDICE I – SPDA – Vista sul.....	122
APÊNDICE J – SPDA – Vista norte.....	123
APÊNDICE K – SPDA – Vista leste .....	124
APÊNDICE L – SPDA – Vista oeste.....	125
APÊNDICE M – SPDA – Vista leste.....	126
APÊNDICE N – Lista de materiais Torre de Controle .....	127

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto apresentado neste documento fez parte de um dos trabalhos realizados pela autora deste, em conjunto com a equipe de Engenharia e Arquitetura, Técnicos em Eletricidade e Manutenção da SCPar Porto de Imbituba, durante o programa de estágio.

O foco principal deste trabalho é apresentar os projetos luminotécnico, elétrico de baixa tensão e do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) da Torre de Controle, e sua conexão com uma subestação particular abrigada rebaixadora de 112,5 kVA. Ambas as edificações encontram-se em área não alfandegada do Porto de Imbituba, em Imbituba/SC, que por sua vez é administrado por uma sociedade anônima de capital fechado, integralmente controlada pelo Governo do Estado de Santa Catarina, nomeada SCPar Porto de Imbituba S.A. Pelo fato de a empresa seguir a política pública, os projetos realizados pelo corpo técnico, assim como este que será documentado, devem seguir as leis de licitações públicas para serem executados (Lei das Licitações, Lei 8.666/93 e Lei 13.303/2016 que é chamada de "Nova Lei das Licitações").

O projeto se refere à edificação destinada ao setor de operações portuárias, resultado da reforma de um antigo prédio com área total de aproximadamente 420 m<sup>2</sup> localizado na área central do Porto de Imbituba. A justificativa principal da reforma é propiciar ao setor de operações portuárias uma localização privilegiada, com visão panorâmica do Porto de Imbituba, além de melhor instalar os trabalhadores em um ambiente projetado para as necessidades diárias do trabalho realizado. A Figura 1 traz a localização da edificação que será reformada e da subestação 6 (SE-6), com a qual será conectada.

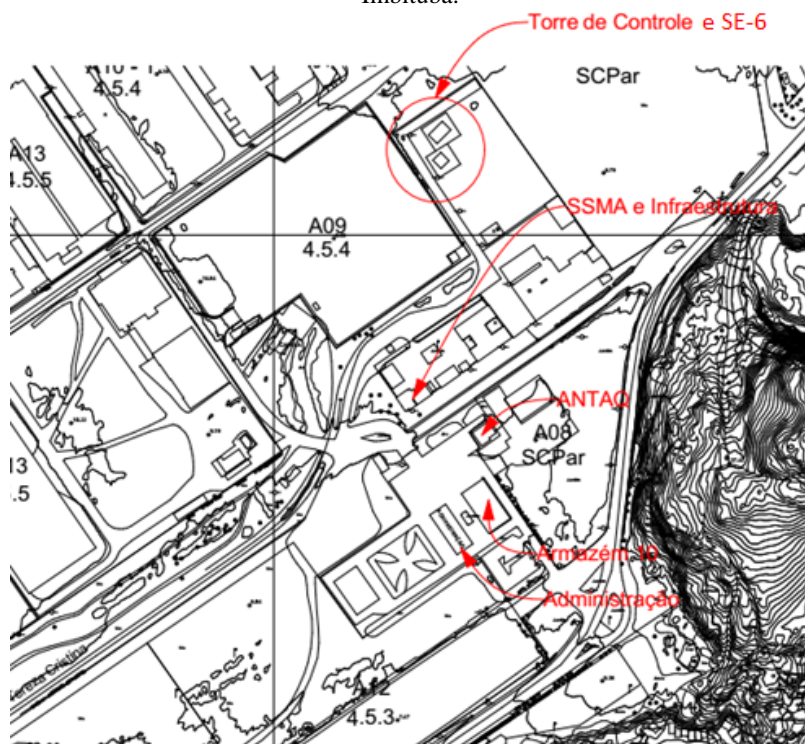
Como forma de auxílio para a realização do projeto, foram utilizados *softwares* de desenho 2D, de edição de planilhas e documentos, além de informações compartilhadas entre a engenharia civil, elétrica e arquitetura, a fim de manter a coerência entre todas as áreas.

Ao longo deste trabalho, o tema principal abordado é o desenvolvimento do projeto luminotécnico, do projeto elétrico de baixa tensão e do projeto SPDA, respeitando as normativas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além da

regulamentação prevista por demais órgãos competentes, para orientar na melhor escolha dos materiais, equipamentos e ferramentas, a fim de estabelecer um padrão mínimo de qualidade, funcionalidade e segurança nos projetos realizados. As principais normas utilizadas são:

- ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas em baixa tensão;
- ABNT NBR 5419 – Proteção contra descargas atmosféricas;
- ABNT NBR ISO/CIE 8995 – Iluminação de ambientes de trabalho;
- NR 10 – Segurança em instalações e serviços com eletricidade.

Figura 1. Localização das edificações em área não alfandegada do Porto de Imbituba.



Fonte: SCPar Porto de Imbituba.

A divisão deste documento será de forma simples e objetiva. O segundo capítulo trará uma revisão bibliográfica de todos os conceitos que serão aplicados para a realização dos projetos envolvidos. O terceiro capítulo será voltado para a apresentação arquitetônica da edificação, assim como a aplicação dos conceitos vistos no capítulo anterior. O último capítulo consistirá na conclusão acerca deste trabalho realizado.

Por fim, seguirão em apêndices os seguintes documentos:

- APÊNDICE A – Entrada de energia;
- APÊNDICE B – Projeto elétrico de baixa tensão – Térreo;
- APÊNDICE C – Projeto elétrico de baixa tensão – Segundo pavimento;
- APÊNDICE D – Projeto elétrico de baixa tensão – Terceiro pavimento;
- APÊNDICE E – Projeto elétrico de baixa tensão – Quarto pavimento;
- APÊNDICE F – Projeto elétrico de baixa tensão – Quinto pavimento;
- APÊNDICE G – Projeto elétrico de baixa tensão – Mirante;
- APÊNDICE H – Projeto elétrico de baixa tensão – Prumada;
- APÊNDICE I – SPDA – Vista sul;
- APÊNDICE J – SPDA – Vista norte;
- APÊNDICE K – SPDA – Vista leste;
- APÊNDICE L – SPDA – Vista oeste;
- APÊNDICE M – SPDA – Vista superior;
- APÊNDICE N – Lista de materias Torre de Controle.

### 1.1. OBJETIVOS GERAIS

O trabalho tem como objetivo geral a aplicação de normativas e condutas para a realização de projetos luminotécnico, elétrico de baixa tensão e de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O objetivo específico deste trabalho é apresentar o projeto elétrico completo da Torre de Controle, localizada em área não alfandegada do Porto de Imbituba, conforme as normativas citadas neste documento e a conexão com a subestação rebaixadora abrigada SE-6.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Ao longo deste capítulo serão apresentados os principais conceitos e técnicas utilizadas na elaboração de projetos luminotécnicos, elétricos de baixa tensão e SPDA, com o objetivo de fundamentar a base utilizada para o desenvolvimento dos projetos da Torre de Controle do Porto de Imbituba, tema principal deste trabalho.

### **2.1. CONCEITOS PARA PROJETOS LUMINOTÉCNICOS**

Uma boa iluminação propicia uma melhor visualização do ambiente, permite que pessoas possam executar tarefas de maneira eficiente, precisa e segura. Para isso, faz-se a necessidade da elaboração de projetos luminotécnicos com o auxílio da normativa ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013: Iluminação de ambientes de trabalho.

A iluminação pode ser dividida em três tipos: natural, artificial ou a combinação de ambas. É de encargo do projetista preocupar-se com a quantidade e a qualidade da iluminação para um bom resultado. Muitos parâmetros são utilizados para medir a qualidade da iluminação, para isso serão detalhados e explicados a seguir alguns dos parâmetros mais importantes encontrados na literatura, assim como recomendações para cada área de trabalho e a comparação das tecnologias de iluminação.

#### **2.1.1. Conceitos Técnicos**

Segundo a NBR 8995-1 (2013), para a prática da boa iluminação em ambientes de trabalho, é necessário que as tarefas sejam realizadas pelo trabalhadores com conforto visual, rapidez, precisão e segurança, mesmo sob circunstâncias difíceis durante longos períodos. Para que tudo isso seja possível, é fundamental que seja dada atenção para alguns parâmetros importantes, que são:

- Distribuição da luminância;
- Iluminância;
- Fluxo luminoso;
- Ofuscamento;

- Direcionalidade da luz;
- Aspectos da cor da luz;
- Manutenção.

#### *2.1.1.1. Distribuição da Luminância*

O conceito de luminância pode ser entendido como a intensidade luminosa, dada em candela (cd), produzida ou refletida em uma superfície, por unidade de área em metro quadrado ( $m^2$ ), em uma direção. Dessa maneira, luminância ( $cd/m^2$ ) é a concentração de luz de uma fonte luminosa produzida por uma superfície que os olhos humanos enxergam (LUMICENTER, 2017).

A distribuição da luminância afeta a visibilidade das tarefas, pois está relacionada ao conforto visual, ou seja, a adaptação dos olhos em diferentes luminâncias. Uma distribuição balanceada aumenta a acuidade visual, isto é, a nitidez com que se vê os detalhes do ambiente de trabalho (NBR 8995-1, 2013).

Luminâncias muito elevadas podem levar ao ofuscamento e contrastes altos de diferentes luminâncias levam à fadiga ocular, pois eleva-se as contrações pupilares. Luminâncias baixas e contrastes baixos resultam em ambientes tediosos. Dessa maneira, as luminâncias das superfícies internas são importantes e são determinadas por faixas de refletâncias. Os valores variam de 0 a 1, sendo que são quantificados tanto pelo poder de refletância (cores claras têm maior poder de refletância que cores escuras) como pelo grau de influência que as superfícies têm sobre o ambiente. A Tabela 1 apresenta as faixas de refletâncias típicas de superfícies externas (NBR 8995-1, 2013).

Tabela 1. Faixa de refletâncias.

<b>Superfícies internas</b>	<b>Faixas de refletâncias</b>
Teto	0,6 – 0,9
Paredes	0,3 – 0,8
Piso	0,1 – 0,5

Fonte: Adaptado de NBR 8995-1 (2013).

### 2.1.1.2. Iluminância

A iluminância é um dos conceitos mais abrangentes e utilizados em projetos luminotécnicos, e seu valor nas áreas de trabalho tem um maior impacto na capacidade de percepção e realização de tarefas. Pode ser conhecida na literatura também como intensidade de iluminação, e é definida como sendo o fluxo luminoso incidido em uma superfície situada a uma certa distância, tendo como unidade o lux (LUMICENTER, 2017).

A normativa NBR 8995-1 (2013) recomenda valores de iluminâncias para diversos ambientes de trabalho e que devem ser respeitados independente da idade e condições da instalação. Os valores são para as superfícies referência onde as tarefas são habitualmente realizadas. Essas superfícies são conhecidas como planos de trabalho e podem ser dispostas na horizontal, vertical ou inclinadas. A Tabela 2 traz alguns ambientes de trabalho e os valores de iluminância nas suas respectivas superfícies de referência.

Tabela 2. Iluminância mínimas para ambientes de trabalho.

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	<b>Iluminância mínima mantida (lux)</b>
Sala de espera	200
Áreas de circulação e corredores	100
Refeitório/Cantinas	200
Vestiários, banheiros, toaletes	200
Recepção	300
Salas de reunião e conferência	500
Teatros e salas de concerto	200
Pistas de tráfego	75
Sala de cirurgia	1000

Fonte: Adaptado de NBR 8995-1 (2013).

### 2.1.1.3. Fluxo Luminoso

Fluxo luminoso é um dos parâmetros mais utilizados comercialmente pois consegue quantificar a quantidade de luz que uma lâmpada ou luminária emite.

Segundo Lumicenter (2017), fluxo luminoso é a quantidade total de luz que uma fonte luminosa pode emitir para todas as direções, em sua

tensão nominal de funcionamento. A unidade de medida utilizada é o lúmen (lm). Outra informação útil que relaciona o fluxo luminoso é a eficácia luminosa, que para ser calculada basta dividir o valor do fluxo luminoso pela potência, em watts (W), consumida pela fonte. Portanto, sua unidade é o lúmen por watt (lm/W).

#### *2.1.1.4. Ofuscamento*

O ofuscamento é uma sensação visual produzida por áreas brilhantes no campo de visão, pode ser causado também por reflexões em superfícies especulares. É provocado por luminâncias excessivas que podem prejudicar a visualização de objetos (NBR 8995-1, 2013).

É importante limitar o ofuscamento aos usuários do ambiente de trabalho, a fim de prevenir desconfortos e acidentes. A diminuição deste efeito pode ser realizada através da proteção contra visão direta de lâmpadas ou por escurecimento de janelas por anteparos (brises, persianas e outros) (NBR 8995-1, 2013).

#### *2.1.1.5. Direcionalidade da Luz*

A direcionalidade da iluminação é utilizada para destacar objetos, realçar texturas e melhorar a aparência das pessoas. O termo “modelagem” é mencionado quando refere-se à direcionalidade da luz, pois significa o equilíbrio entre a luz difusa e a direcional. A aparência geral interna do ambiente é melhor apresentada quando a sua estrutura, as pessoas e os objetos são iluminados de tal forma que as texturas sejam apresentadas de forma agradável (NBR 8995-1, 2013).

Não é recomendado excesso de iluminação direcional, pois pode produzir fortes sombras, e nem que ela seja muito difusa, sob o risco de se perder o efeito de modelagem por completo. Entretanto, existem ambientes que necessitam de uma atenção especial da maneira como a luz é direcionada. Uma iluminação específica pode aumentar a visibilidade de tarefas visuais (texturizações, gravações, entalhes etc) fazendo com que seja realizada mais facilmente (NBR 8995-1, 2013).

#### *2.1.1.6. Aspectos da Cor da Luz*

Algo muito importante para se notar em um projeto luminotécnico é a temperatura de cor da fonte luminosa, uma vez que isso afeta a

capacidade de reprodução de cor, distorcendo ou não a aparência de objetos e pessoas.

O termo “aparência de cor” indica a cor aparente que a fonte luminosa produz e pode ser descrita pela sua temperatura de cor correlatada, dada em Kelvin (K). A relação cor e temperatura resulta da observação das diferentes tonalidades que um corpo metálico adquire durante seu aquecimento, passando de cores avermelhadas até cores azuladas (aproximadamente 6500 K). Vale ressaltar que, quando uma fonte luminosa apresenta cor “quente” não significa que sua temperatura seja a mais elevada e sim que seu tom é amarelado, da mesma forma quanto mais alta for a temperatura da cor, mais “fria” será a luz. (FERREIRA, 2010). A Tabela 3 traz a relação da aparência de cor e temperatura equivalente de fontes luminosas.

Tabela 3. Relação cor e temperatura de fontes luminosas.

<b>Aparência de cor</b>	<b>Temperatura de cor correlatada</b>
Quente	Abaixo de 3300 K
Intermediária	3300 K a 5300 K
Fria	Acima de 5300 K

Fonte: Adaptado de NBR 8995-1 (2013).

A escolha da temperatura de cor deve ser levada em consideração pela utilidade do ambiente. Cores frias devem ser utilizadas em escritórios, cozinhas, salas de aula ou locais que se deseja estimular ou realizar tarefas, já as cores quentes, em ambientes onde se requer melhor conforto visual, como por exemplo em dormitórios (FERREIRA, 2010).

Outro ponto importante é a capacidade de reprodução de cor das fontes luminosas. Uma boa capacidade de reprodução é relevante tanto para o desempenho visual quanto para a sensação de conforto, para que as cores do ambiente, dos objetos e da pele humana sejam reproduzidas de maneira correta. Como forma de indicação das propriedades de reprodução de cor de uma fonte de luz, o índice geral de reprodução de cor ( $R_a$ ) foi criado, o valor máximo é 100 e indica a perfeita capacidade de reprodução da cor real pela fonte (NBR 8995-1, 2013).

A normativa NBR 8995-1 recomenda valores mínimos do índice geral de reprodução de cor para diferentes ambientes internos, de acordo

com as atividades realizadas em cada um deles. Além disso, a normativa também ressalta que é de encargo dos fabricantes de lâmpadas ou luminárias o fornecimento dos dados referentes ao índice de reprodução de cor dos seus produtos. A Tabela 4 mostra alguns ambientes com seus respectivos valores mínimos de  $R_a$ .

Tabela 4. Valores mínimos de  $R_a$  para diferentes ambientes.

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	<b><math>R_a</math> mínimo</b>
Sala de espera	80
Áreas de circulação e corredores	40
Refeitório/Cantinas	80
Vestiários, banheiros, toaletes	80
Recepção	80
Salas de reunião e conferência	80
Teatros e salas de concerto	80
Pistas de tráfego	40
Sala de cirurgia	90

Fonte: Adaptado de NBR 8995-1 (2013).

#### 2.1.1.7. Manutenção

O projeto luminotécnico deve respeitar e manter o nível de iluminância recomendado conforme as características dos ambientes. Para tal convém que o projeto seja desenvolvido considerando o fator de manutenção para o equipamento de iluminação selecionado (NBR 8995-1, 2013). A Tabela 5 apresenta um exemplo dos fatores de manutenção para luminárias interiores com lâmpadas fluorescentes.

Tabela 5. Fator de manutenção para luminárias interiores com lâmpadas fluorescentes.

<b>Fator de manutenção</b>	<b>Descrição</b>
0,80	Ambiente muito limpo, ciclo de manutenção de um ano, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8.000 h, substituição individual, luminárias direta e direta/índireta com uma pequena tendência de coleta de poeira

Fator de manutenção	Descrição
0,67	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12.000 h, substituição individual, luminárias direta/indireta com uma pequena tendência de coleta de poeira.
0,57	Carga de poluição normal no ambiente, ciclo de manutenção de três anos, 2.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 12.000 h, substituição individual, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.
0,50	Ambiente sujo, ciclo de manutenção de três anos, 8.000 h/ano de vida até a queima com substituição da lâmpada a cada 8.000 h, substituição em grupo, luminárias com uma tendência normal de coleta de poeira.

Fonte: Adaptado de NBR 8995-1 (2013).

### 2.1.2. Tecnologia LED

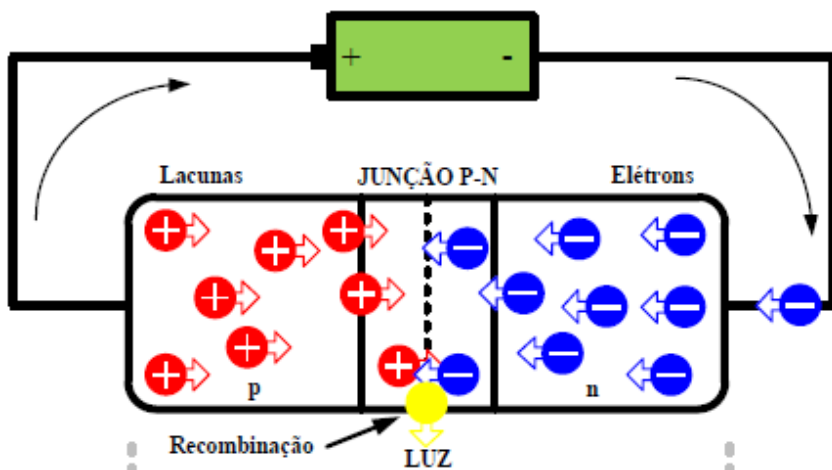
Existem diversas maneiras de reduzir o consumo energético de edificações residenciais e comerciais. Uma delas é a substituição de lâmpadas consideradas algumas vezes ineficientes, como lâmpadas fluorescentes e incandescentes, por lâmpadas com a tecnologia LED, *Light Emitter Diode*, que em português significa Diodo Emissor de Luz.

A tecnologia LED vem ganhando cada vez mais espaço no mercado de lâmpadas. Antigamente o LED tinha utilização em baixas potências, era usado para a indicação de visual de informações de eletroeletrônicos. Atualmente seu emprego é mais abrangente, pois são capazes de iluminar ambientes por inteiro, sendo empregados também na indústria automotiva, iluminações públicas e entre outras áreas (SANTOS, et al., 2015).

### 2.1.2.1. Princípio de Funcionamento

Diodos emissores de luz são dispositivos semicondutores formados por uma junção  $p-n$ . Normalmente para a produção do LED utilizam-se o arseneto de gálio (GaAs) e o fosfeto de gálio (GaP). A parte  $n$  da junção é formada pela dopagem do elemento semicondutor que deixa o material com excesso de elétrons, enquanto o lado  $p$  é formado pela dopagem que resulta na formação de lacunas (ausência de elétrons) no semicondutor. Quando a junção  $p-n$  é submetida a uma diferença de potencial elétrico, os elétrons do lado  $n$  e lacunas do lado  $p$  são atraídos. Dessa forma, uma região, denominada de região de depleção, é formada entre as duas dopagens (BRENDER, 2012). A Figura 2 apresenta a junção  $p-n$  e a correta polarização do LED.

Figura 2. Junção  $p-n$  LED.



Fonte: Adaptado de Brender (2012).

Quando o elétron adquire energia suficiente para avançar à região de depleção, ele encontra-se com uma lacuna, resultando em um processo de recombinação radiativa de cargas. Assim, a energia que foi perdida pelo elétron é convertida em um fóton, emitindo luz (BRENDER, 2012).



### 2.1.2.2. Aspectos Ambientais e Econômicos

Alguns aspectos da iluminação LED, como duração da vida útil, descarte final de materiais e eficiência luminosa, fazem com que seja uma opção melhor quando comparada à outras tecnologias.

Em média, a vida útil de uma lâmpada doméstica de LED possui durabilidade de 50.000 horas, enquanto lâmpadas incandescentes, 1.000 horas, e fluorescentes, 6.000 horas. Tal característica permite diminuir gastos com manutenção e substituições de lâmpadas (SANTOS, *et al.*, 2015).

Ao final da utilidade de uma lâmpada, a mesma torna-se um resíduo sólido que deve ser descartado de forma correta. Para isso deve ser feita uma classificação para separar resíduos perigosos, os quais necessitam de descartes específicos, dos resíduos não perigosos, que podem ser depositados em aterros sanitários convencionais (SANTOS, *et al.*, 2015).

As lâmpadas fluorescentes fazem o uso de elementos químicos altamente poluentes, por esse motivo não podem ser descartadas em aterros sanitários convencionais e necessitam de uma prévia recuperação destes compostos para evitar danos ambientais. O vidro de lâmpadas incandescentes apresentam metal em sua composição, devendo ser separados da reciclagem de vidros comuns, além do mais, esse tipo de lâmpada apresenta menor durabilidade, o que gera maior frequência de substituição e consequente maior volume de resíduos. No caso das lâmpadas LED, cerca de 98% de sua composição é reciclável. Além disso, elas não contém metais pesados, sendo menos agressivas ao homem e ao meio ambiente (SANTOS, *et al.*, 2015).

Um estudo comparativo realizado por Lima (2013) avaliou o consumo e a eficiência energética de lâmpadas de LED, incandescente e fluorescente. Para que existisse um nível de comparação dos resultados, as lâmpadas LED e fluorescente foram vendidas com a indicação de serem equivalentes a uma lâmpada incandescente, no que refere-se ao fluxo luminoso. Os materiais utilizados para o estudo foram:

- Lâmpada incandescente de 60 W de 127 V;

- Lâmpada Fluorescente de 15 W de 127 V;
- Lâmpada LED de 12 W formato bulbo de 127 V;
- Wattímetro alicate para medições elétricas;
- Esfera Integradora de Ulbricht, para medição do fluxo luminoso.

Foram realizadas as medições elétricas em uma bancada de testes com o auxílio de uma wattímetro para as medidas de potência. A Tabela 6 apresenta as medições para cada tecnologia.

Tabela 6. Medidas elétricas de diferentes tecnologia de lâmpadas.

<b>Lâmpada</b>	<b>Tensão (V)</b>	<b>Corrente (A)</b>	<b>Potência ativa (W)</b>
LED	126,9	0,08	11,1
Fluorescente	126,9	0,18	14,7
Incandescente	126,9	0,47	59,1

Fonte: Adaptado de Lima (2013).

Para a medição dos valores de fluxo luminoso e eficiência luminosa, Lima (2013) utilizou a Esfera Integradora de Ulbricht do Laboratório de Luminotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para isso aguardou-se 15 minutos para ocorrer a estabilidade térmica nos componentes de cada uma das lâmpadas. A Tabela 7 traz os valores medidos.

Tabela 7. Medidas de fluxo luminoso e eficiência luminosa de diferentes tecnologias de lâmpadas.

<b>Lâmpada</b>	<b>Potência ativa (W)</b>	<b>Fluxo luminoso (lm)</b>	<b>Eficiência luminosa (lm/W)</b>
LED	11,66	809	64,9
Fluorescente	14,4	890	61,8
Incandescente	56,26	817	13,8

Fonte: Adaptado de Lima (2013).

Nos ensaios, a lâmpada LED, comparada com as outras tecnologias, mostrou melhor eficiência luminosa e baixo consumo. A desvantagem da LED é o custo superior, porém com a popularização e consequente aumento da fabricação, os valores de mercado tendem a reduzir.

### 2.1.3. Método dos Lúmens

De maneira geral, um projeto luminotécnico deve garantir níveis adequados de iluminâncias para diferentes características de ambientes. Como forma de auxílio na decisão da quantidade de luminárias que devem ser previstas, o Método dos Lúmens foi criado.

Para a aplicação do método o projetista deve escolher a lâmpada ou a luminária que será instalada e atentar-se aos seus dados técnicos fornecidos pelo fabricante, como fluxo luminoso e tabela de fator de utilização. Após a escolha da fonte luminosa, deve-se avaliar a porcentagem de refletância do piso, teto e paredes, altura do plano de trabalho, fator de manutenção e nível de iluminância adequados para o ambiente.

Para a aplicação do método utiliza-se o fator K, o índice do recinto, que é uma relação que permite classificar ambientes com diferentes medidas, considerando uma distribuição padronizada de luminárias. O fator é calculado pela Equação 1, tal que  $a$  e  $b$  são comprimento e largura do recinto, respectivamente, e  $h$  é a distância da luminária ou lâmpada até o plano de trabalho estabelecido (GONÇALVES, 2012).

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (1)$$

Em alguns casos, utiliza-se o RCR, a Razão da Cavidade do Recinto, que simplesmente é a relação observada na Equação 2 do fator K (GONÇALVES, 2012).

$$RCR = \frac{5}{K} \quad (2)$$

Tanto o fator K como o RCR são dados de entrada, que estão presentes nas tabelas de fatores de utilização fornecidas pelos fabricantes. O fator de utilização nada mais é que a relação do fluxo luminoso que uma luminária alcança em certo recinto. Para determinar o fator de utilização percorre-se a tabela fornecida pelo fabricante e cruza-se os valores de K (ou RCR) com os valores de refletância do piso, teto e paredes do ambiente (GONÇALVES, 2012). Por fim, deve-se determinar o fluxo luminoso do conjunto luminária e lâmpada ( $\varphi_{lum}$ ), para então calcular o número de luminárias ( $N_l$ ) que atendem às características do

ambiente. A Equação 3 determina o fluxo luminoso e a Equação 4 o número de luminárias.

$$\varphi_{lum} = \varphi_{nom} \cdot n \quad (3)$$

$$N_l = \frac{\alpha \cdot b \cdot E}{\varphi_{lum} \cdot F_U \cdot F_M} \quad (4)$$

Sendo  $\varphi_{nom}$  o fluxo luminoso nominal da lâmpada utilizada,  $n$  o número de lâmpadas por luminária,  $E$  a iluminância do ambiente determinada pela NBR 8995-1 (2013),  $F_U$  o fator de utilização tabelado pelo fabricante e  $F_M$  o fator de manutenção do ambiente. Caso a luminária não seja composta por lâmpadas, e sim por placa, utiliza-se  $n = 1$  (GONÇALVES, 2012).

## 2.2. CONCEITOS PARA PROJETOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

Projetos elétricos consistem na escrita da instalação, incluindo todos os detalhes, localizações dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajetos de condutores, divisão de circuitos, cálculo da seção dos condutores, dispositivos de segurança, previsão de cargas instaladas, carga total, demanda, entre outros. Ou seja, projetar uma instalação elétrica consiste em planejar toda a estrutura elétrica de uma edificação.

É dever de todo o projeto elétrico de baixa tensão ser elaborado de tal forma que as instalações elétricas assegurem condições de segurança para os seus usuários (pessoas e animais), para o bom funcionamento dos equipamentos instalados e para conservação estrutural. Para isso, a normativa ABNT NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, traz orientações para que profissionais capacitados possam realizar projetos e procedimentos com qualidade e segurança.

A NBR 5410 (2004) aplica-se tanto às instalações novas como instalações reformadas, pode ser empregada no âmbito residencial, comercial, público, industrial e entre outros ambientes similares. Porém não é aplicada em instalações elétricas de trações, veículos automotores, embarcações, aeronaves, iluminação pública, minas e cercas eletrificadas, redes de distribuição de energia elétrica e instalações de proteção contra quedas diretas de raios. Como a normativa aborda

condutas para instalações elétricas de baixa tensão, a mesma considera baixa tensão circuitos alimentados com tensão inferior a 1.000 V em corrente alternada e frequência inferior a 400 Hz, ou a 1.500 V em corrente contínua.

Para auxiliar o trabalho de todos os envolvidos no projeto elétrico de baixa tensão, projetistas, instaladores, técnicos, usuários, dentre outros, é importante que o projeto conte com os seguintes elementos:

- a) Planta baixa: Possibilita melhor representação espacial dos elementos do projeto elétrico, em conjunto com elementos arquitetônicos, facilitando a instalação, operação e manutenção;
- b) Prumada: Tem como objetivo representar detalhes verticais do projeto elétrico, como a subida de condutores;
- c) Diagramas unifilares: Representa a estrutura elétrica do projeto, possibilitando a compreensão do funcionamento do sistema;
- d) Memorial descritivo: Contém todas as informações necessárias para o entendimento do projeto, desde a finalidade, endereço, características técnicas de elementos elétricos, até a lista de custos e materiais de projeto;
- e) Orçamento: Tem como função a análise da viabilidade técnica e financeira do projeto.

A seguir serão apresentados alguns conceitos técnicos para a realização de projetos elétricos de baixa tensão.

### **2.2.1. Distribuição de Cargas**

É importante que, durante a fase de elaboração do projeto, o projetista conheça os detalhes arquitetônicos da edificação, de modo que distribua corretamente os pontos de iluminação e tomadas conforme a necessidade de cada ambiente. Além disso ele também deve estimar corretamente a potência instalada para o adequado dimensionamento de condutores e proteções.

### *2.2.1.1. Pontos de Iluminação*

As cargas de iluminação devem ser determinadas como resultado da aplicação da NBR 8995-1 (2013), porém a NBR 5410 (2004) indica de forma generalizada requisitos básicos pra ambientes genéricos.

A NBR 5410 (2004) alerta que em cada cômodo deve existir pelo menos um ponto de luz fixo em teto com comando por interruptor. Em casos de ambientes pequenos, como lavabos, despensas, ou escadas o ponto pode ser fixado em parede.

Como alternativa da aplicação da NBR 8995-1 (2013), a normativa também indica alguns critérios que podem ser assumidos para a determinação da potência luminosa:

- a) Em cômodos com área menor ou igual a  $6 \text{ m}^2$ , deve ser prevista uma potência aparente mínima de 100 VA (Volt-Amperes);
- b) Para cômodos com área superior a  $6 \text{ m}^2$ , deve ser previsto 100 VA para os primeiros  $6 \text{ m}^2$  e adicionar 60 VA para cada aumento de  $4 \text{ m}^2$ .

### *2.2.1.2. Pontos de Tomadas*

Os pontos de tomadas são classificados em dois grupos: tomadas de uso geral (TUG) e tomadas de uso específico (TUE). As tomadas de uso geral são tomadas em que o uso não é contínuo e nem específico de algum aparelho, para este tipo de tomada é previsto uma potência de no mínimo 100 VA. Tomadas de uso específico são empregadas em locais onde se utiliza aparelhos específicos com potências maiores (geladeiras, fornos, secadores de cabelos, etc.). Para este tipo de tomada estima-se a potência conforme dados fornecidos pelo fabricante do aparelho (NBR 5410, 2004).

Assim como a potência, a quantidade mínima de pontos deve ser determinada em função da utilização do local e dos equipamentos elétricos. A Tabela 8 resume a distribuição do número mínimo de alguns ambientes.

Tabela 8. Quantidade mínima de pontos de tomada por ambiente.

<b>Local</b>	<b>Quantidade mínima</b>	<b>Observação</b>
Banheiros	Um ponto de tomada específica próxima ao lavatório	Nenhum interruptor ou tomada deve ser instalado a menos de 0,60 m da porta aberta de uma cabine de banho pre-fabricada
Cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais similares	Um ponto de tomada para cada 3,5 m de perímetro	Dependendo do posicionamento da tomada no ambiente, pode ser de uso específico ou não. Acima de bancada de pia devem ser previstos no mínimo dois pontos de tomadas específicas
Varandas	Um ponto de tomada	Admite-se a instalação do ponto próxima ao acesso da varanda quando, por razões construtivas, for inviável a instalação
Salas e dormitórios	Um ponto de tomada para cada 5 m de perímetro	Por motivos estéticos e funcionais, pontos uniformemente espaçados o quanto possível

Local	Quantidade mínima	Observação
Demais cômodos e dependências de habitação	Um ponto de tomada se a área for igual ou inferior a 2,25 m <sup>2</sup>	Admite-se que o ponto seja posicionado externamente ao cômodo, até 0,80 m de sua porta de acesso
	Um ponto de tomada se a área for maior que 2,25 m <sup>2</sup> e inferior ou igual a 6 m <sup>2</sup>	-
	Um ponto de tomada para cada 5 m de perímetro se a área do cômodo for superior a 6 m <sup>2</sup>	Por motivos estéticos e funcionais, pontos uniformemente espaçados o quanto possível

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

A NBR 5410 (2004) indica também valores mínimos de potência para tomadas em banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos. Para estes locais é previsto no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA para os pontos excedentes. Caso o número total de pontos for superior a seis pontos, deve-se atribuir no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes. Em todos os casos considera-se cada um dos ambientes separadamente.

### 2.2.1.3. Cargas Especiais

Alguns ambientes requerem a previsão de cargas especiais, como o caso de chuveiros elétricos, condicionadores de ar, motores, bombas d'água, entre outras cargas. Para esta situação estima-se a potência da carga e todos os dados elétricos conforme fornecido pelo fabricante do produto. Neste documento as cargas especiais serão identificadas como pontos de força.



### **2.2.2. Divisão de Instalação**

Uma instalação elétrica deve ser dividida em circuitos terminais. A divisão dos circuitos terminais dá-se através de dispositivos de proteção instalados em quadros de distribuição. Não existe uma regra para a quantidade de circuitos que uma instalação deve conter, porém cargas específicas (pontos de força e tomadas de uso específico) devem ser separadas individualmente, assim como circuitos de tomadas e iluminação, que não devem pertencer ao mesmo circuito.

A divisão é aconselhável para que na situação de falha ou manutenção, grande parte da instalação não seja comprometida. No caso de instalações alimentadas por duas ou três fases, os circuitos devem ser distribuídos entre as fases, de modo a obter o maior equilíbrio de potência possível (NBR 5410, 2004).

### **2.2.3. Condutores Elétricos**

Existem basicamente dois materiais utilizados para condutores de instalações elétricas, cobre e alumínio, sendo o primeiro mais comumente empregado.

Segundo a NBR 5410 (2004) é permitido o uso de condutor de alumínio, com seção mínima de  $50 \text{ mm}^2$ , em estabelecimentos comerciais de baixa densidade de pessoas ou em ambientes industriais, com seção mínima de  $16 \text{ mm}^2$ , caso a instalação seja alimentada diretamente por subestação de transformação ou transformador, a partir de uma rede de alta tensão.

Apesar do custo do alumínio ser inferior ao custo do cobre, condutores de alumínio necessitam de mais cuidados devido às suas características mecânicas, requerem técnicas especiais e mão-de-obra de qualidade para a instalação, além do mais, a maioria dos terminais dos aparelhos são fabricados pra conexão com condutores de cobre (FILHO, 2007).

Todos os condutores devem possuir isolação (a não ser quando o uso de condutores nus torna-se obrigatório) e são classificados com três isolações distintas, EPR (etileno-propileno), PVC (cloreto de polivinila)

e XLPE (polietileno reticulado). Além do mais, são chamados de isolados quando possuem camada isolante e ausência de capa de proteção, quando denominados unipolares são protegidos por isolamento e capa de proteção, normalmente composta de PVC e quando o cabo é constituído por vários condutores isolados e o conjunto protegido por uma capa externa, é denominado multipolar (FILHO, 2007). A Tabela 9 apresenta a temperatura máxima para três situações de condução contínua que as diferentes isolações não devem ultrapassar.

Tabela 9. Temperaturas limites de condutores conforme isolamento.

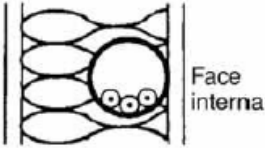

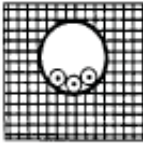
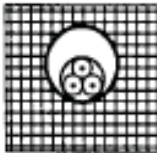
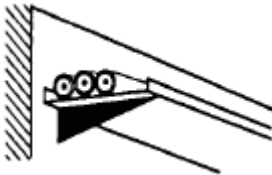
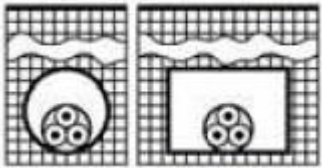
<b>Tipo de isolamento</b>	<b>Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C</b>	<b>Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C</b>	<b>Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C</b>
PVC (seção $\leq 300 \text{ mm}^2$ )	70	100	160
PVC (seção $> 300 \text{ mm}^2$ )	70	100	140
EPR	90	130	250
XLPE	90	130	250

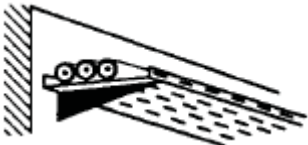

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

### 2.2.3.1. Capacidade de Condução de Corrente

A NBR 5410 (2004) nomeia de métodos de referência as diferentes maneiras de instalação de condutores. Essas maneiras servem para a determinação da capacidade de condução de corrente dos condutores submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente. Esta a classificação é utilizada tanto para circuitos terminais quanto circuitos de distribuição. A Tabela 10 apresenta a classificação de alguns métodos de referência conforme a normativa.

Tabela 10. Métodos de referência.

Referência	Descrição	Esquema ilustrativo
A1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	
A2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante	
B1	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	
B2	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	
C	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira	
D	Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	

Referência	Descrição	Esquema ilustrativo
E (multipolar) F (unipolares)	Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical	
G	Condutores nus ou isolados sobre isoladores	

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

As Tabelas 36, 37, 38 e 39 que se encontram na NBR 5410 (2004, p. 101-105) trazem a capacidade de condução, em Ampères, de diferentes seções de condutores com base na escolha do método de referência, isolamento do condutor, material e temperatura ambiente de 30°C para todos os métodos de instalação, salvo as linhas enterradas, cujas capacidades são baseadas na temperatura (do solo) de 20°C.

Quando as condições de instalação não forem aquelas consideradas pelas tabelas de capacidade de condução, mencionadas anteriormente, fatores de correção devem ser aplicados para adequações dos valores das tabelas. Em situações de diferentes temperaturas (ambiente e solo), a capacidade de corrente deve ser corrigida com a aplicação de fatores de correção conforme a Tabela 40 da NBR 5410 (2004, p. 106). A capacidade de condução também sofrerá mudanças quando existir um agrupamento de circuitos. Os fatores de correção para várias situações encontram-se nas Tabelas 42, 43, 44 e 45 da NBR 5410 (2004, p. 108-110).

De maneira geral a escolha da seção do condutor deve levar em consideração:

- A capacidade de condução de corrente dos condutores, que deve ser superior à corrente de projeto do circuito;
- A proteção de sobrecarga do circuito;
- Seções mínimas permitidas para diferentes circuitos;

d) Os limites de queda de tensão (NBR 5410, 2004).

### 2.2.3.2. Seção Mínima

Muitas vezes, o projetista pode se deparar com valores pequenos de corrente calculados para os condutores de fase de certos circuitos, porém existem valores mínimos de seções de cabeamentos, por razões mecânicas, que algumas cargas devem seguir. A Tabela 11 indica alguns desses valores.

Tabela 11. Seção mínima de condutores para circuitos.

Instalações fixas em geral	Circuito	Seção mínima mm <sup>2</sup>	
		Cobre	Alumínio
Com condutores isolados	Iluminação	1,5	16
	Tomadas e pontos de força	2,5	16
	Sinalização e controle	0,5	-
Com condutores nus	Tomadas e pontos de força	10	16
	Sinalização e controle	4	-

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

### 2.2.3.3. Cálculo da Corrente

Para o cálculo da corrente de um circuito são consideradas algumas características, como: a tensão de alimentação do circuito, a potência e o fator de potência.

A corrente, em Ampères, para circuitos monofásicos ( $I_{1F}$ ) e para circuitos trifásicos balanceados ( $I_{3F}$ ), são calculadas conforme a Equação 5 e Equação 6, respectivamente.

$$I_{1F} = \frac{P}{V_{FN} \cdot FP} \quad (5)$$

$$I_{3F} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_L \cdot FP} \quad (6)$$

Sendo  $P$  a potência nominal do circuito (W),  $V_{FN}$  a tensão entre fase e neutro (V),  $V_L$  a tensão de linha (V) e  $FP$  o fator de potência.

#### 2.2.3.4. Queda de Tensão

Após o dimensionamento da seção do condutor pela capacidade de corrente, é dever do projetista verificar a porcentagem de queda de tensão no ponto terminal do circuito. A Tabela 12 traz os valores máximos permitidos de queda de tensão pela NBR 5410 (2004), assim como o tipo de instalação e o seu trajeto.

Tabela 12. Limites de queda de tensão

Porcentagem máxima de queda de tensão	Situação
7%	Instalação alimentada por transformador MT/BT particular, cálculo a partir do secundário do transformador
7%	Instalação alimentada por transformador MT/BT da empresa distribuidora, cálculo a partir do secundário do transformador quando o ponto de entrega for aí localizado
5%	Instalação alimentada pela rede secundária de distribuição da companhia local, cálculo a partir do ponto de entrega
7%	Instalação alimentada por gerador próprio, cálculo a partir dos terminais da gerador
4%	Circuitos terminais a partir do ponto de alimentação

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

Na condição de não conformidade do circuito com os valores de queda de tensão estabelecidos na normativa, o projetista deve aumentar o seção do condutor, o quanto baste, para se adequar. Dessa forma, a queda de tensão percentual nos condutores pode ser calculada pela Equação 7, caso o circuito seja monofásico, e pela Equação 8, caso o circuito seja trifásico equilibrado (FILHO, 2007; FERGÜTZ, 2017a).

$$\Delta V_{\% - 1F} = \frac{2 \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{10 \cdot V_{FN}} \quad (7)$$

$$\Delta V_{\% - 3F} = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)}{10 \cdot V_L} \quad (8)$$

Sendo  $I$  a corrente de projeto (A),  $L$  o comprimento em metros do condutor,  $V_{FN}$  a tensão entre fase e neutro,  $V_L$  a tensão de linha,  $\phi$  o ângulo do fator de potência da carga,  $R$  e  $X$ , a resistência e a reatância do condutor, respectivamente, dadas em  $\frac{10^{-3} \Omega}{m}$ . A Tabela 13 apresenta valores médios de resistência e reatância para diferentes valores de seções de condutores de cobre.

Tabela 13. Resistência e reatância dos condutores de cobre.

<b>Seção do condutor (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistência (<math>\frac{10^{-3} \Omega}{m}</math>)</b>	<b>Reatância (<math>\frac{10^{-3} \Omega}{m}</math>)</b>
1,5	14,1837	0,1378
2,5	8,8882	0,1345
4	5,5518	0,1279
6	3,7035	0,1225
10	2,2221	0,1207
16	1,3899	0,1173
25	0,8891	0,1164
35	0,6353	0,1128
50	0,4450	0,1127

Fonte: Adaptado de Filho (2007).

#### 2.2.3.5. Ocupação de Eletrodutos

Para que os condutores possam ser instalados e retirados de dentro dos eletrodutos com facilidade, deve-se levar em consideração a taxa de ocupação do eletroduto.

Esta taxa é dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto. O valor encontrado deve estar dentro das recomendações dadas pela Tabela 14 (NBR 5410, 2004).

Tabela 14. Taxa de ocupação de eletrodutos.

Número de condutores	Taxa de ocupação máxima
1	53%
2	31%
3 ou mais	40%

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

#### 2.2.4. Aterramento

Toda instalação elétrica de baixa tensão deve ser provida de um sistema de aterramento adequado e bem dimensionado, visando o seguinte cenário de proteção:

- Segurança de atuação da proteção;
- Proteção das instalações contra descargas atmosféricas;
- Proteção dos indivíduos contra contatos com partes metálicas da instalação energizadas acidentalmente;
- Uniformização do potencial em toda a área do projeto, prevenindo contra lesões perigosas que possam surgir durante uma falta fase-terra (FILHO, 2007).

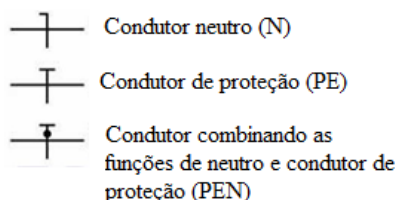
##### 2.2.4.1. Esquemas de Aterramento

Existem diferentes tipos de esquemas possíveis de instalação dos sistemas de aterramento, que serão discutidos logo a seguir. Para o melhor entendimento dos esquemas, alguns conceitos serão previamente explicados.

Nas figuras utilizadas para ilustrar os esquemas, aparecerão três diferentes símbolos, conforme mostra a Figura 3.



Figura 3. Simbologia de condutores em sistemas de aterramento.



Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

A classificação de cada tipo de aterramento é dada através da simbologia dada pela ordem das seguintes letras, recomendada pela normativa NBR 5410 (2004).

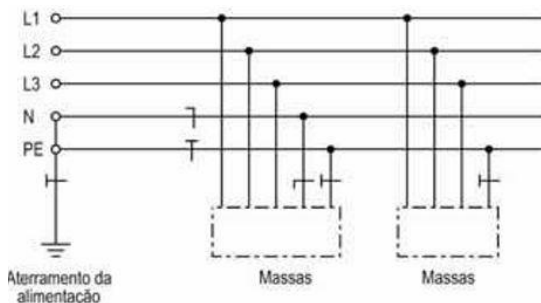
- Primeira letra: Situação da alimentação em relação à terra:
  - T = Um ponto diretamente aterrado;
  - I = Isolação de todas as partes vivas em relação à terra ou aterramento de um ponto através de impedância.
- Segunda letra: Situação das massas da instalação elétrica em relação à terra:
  - T = Massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto da alimentação;
  - N = Massas ligadas ao ponto da alimentação aterrado (em corrente alternada, o ponto aterrado é normalmente o ponto neutro).
- Outras letras (eventuais): Disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:
  - S = Funções de neutro e de proteção asseguradas por condutores distintos;
  - C = Funções de neutro e de proteção combinadas em um único condutor (condutor PEN).

### 2.2.4.1.1. Esquema TN

Possui ponto de alimentação diretamente aterrado, e as massas são ligadas a este ponto através de condutores de proteção. Existem três variações do esquema TN, conforme abaixo:

- a) TN-S: condutor neutro e de proteção distintos (conforme Figura 4).

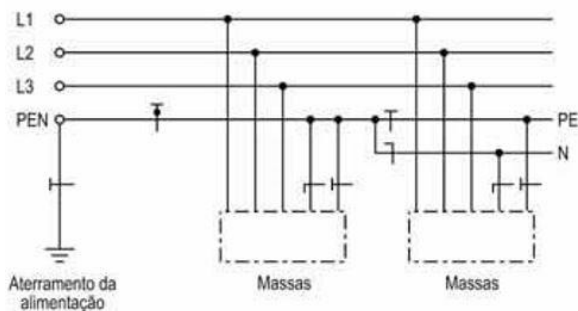
Figura 4. Esquema TN-S.



Fonte: NBR 5410 (2004).

- b) TN-C-S: As funções de neutro e proteção são combinadas em um único condutor em parte do esquema (conforme Figura 5).

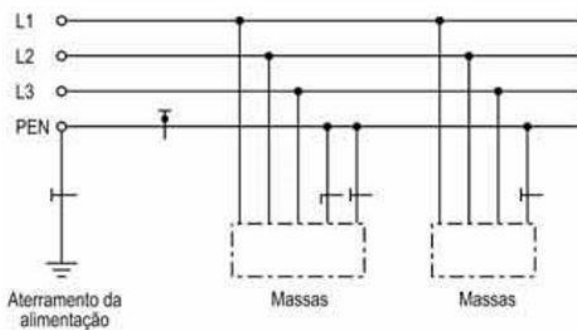
Figura 5. Esquema TN-C-S.



Fonte: NBR 5410 (2004).

- c) TN-C: As funções de neutro e proteção são combinadas em um único condutor em todo o esquema (conforme Figura 6).

Figura 6. Esquema TN-C.

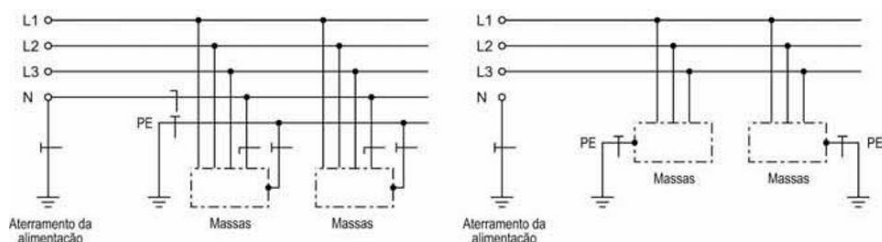


Fonte: NBR 5410 (2004).

#### 2.2.4.1.2. Esquema TT

Possui um ponto de alimentação diretamente aterrado, e as massas estão aterradas em eletrodos de aterramento distintos ao aterramento de alimentação, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7. Esquema TT.

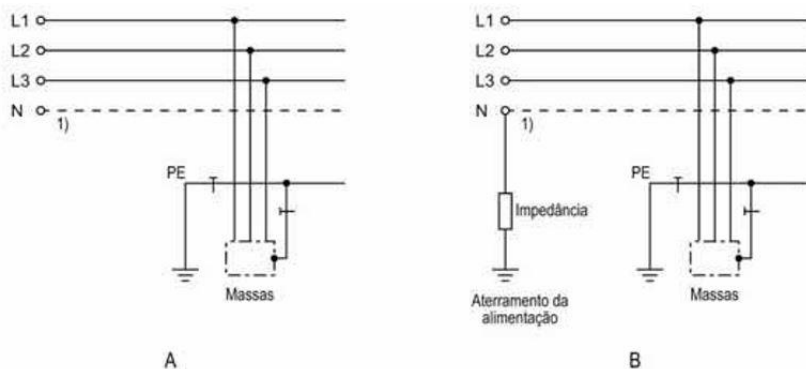


Fonte: NBR 5410 (2004).

### 2.2.4.1.3. Esquema IT

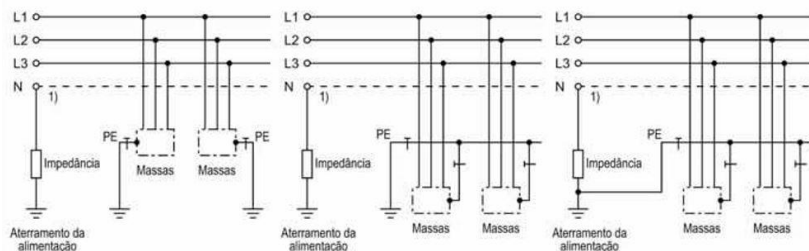
Todas as partes vivas são isoladas da terra (Figura 8. A) ou um ponto de alimentação é aterrado através de impedância (Figura 8. B). As massas ainda podem ser aterradas conforme a Figura 9.

Figura 8. Esquemas IT.



Fonte: NBR 5410 (2004).

Figura 9. Diferentes esquemas de aterramento das massas em sistemas IT.



Fonte: NBR 5410 (2004).

### 2.2.4.2. Infraestrutura de aterramento

Segundo a normativa NBR 5410 (2004), toda edificação deve possuir uma estrutura de aterramento denominada “eletrodo de aterramento”, e pode ser instalada nas seguintes condições:

- Preferencialmente utilizar a própria armadura do concreto das fundações;

- b) Uso de fitas, barras ou cabos metálicos imersos no concreto das fundações;
- c) Uso de malhas metálicas enterradas, no nível das fundações;
- d) Uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação.

A tabela 51 da normativa NBR 5410 (2004, p. 143-144), detalha os materiais e dimensões aceitos para eletrodos de aterramento.

Os eletrodos de aterramento são conectados entre si, formando uma malha ou anel através de condutores de aterramento. Segundo recomendação da normativa, em solos de características ácidas, o condutor deve ser de cobre nu com seção acima de  $16 \text{ mm}^2$ . Para solos de natureza alcalina e em subestações industriais, deve ser utilizado condutores de cobre nu com seção superior a  $25 \text{ mm}^2$  (FILHO, 2007).

A conexão dos condutores em emendas ou derivações deve ser realizada de maneira segura, evitando centelhamentos, corrosão ou descontinuidade elétrica. Normalmente são utilizados conectores aparafusados ou conexão através de solda exotérmica.

Todas as estruturas metálicas e condutores ligados ao sistema de aterramento devem ser conectados ao Barramento de Equipotencialização Principal (BEP), garantindo maior segurança à instalação e seus usuários.

Os condutores de proteção (PE) devem ser dimensionados segundo recomendações da tabela 58 da normativa NBR 5410 (2004, p. 150). Os condutores de equipotencialização não devem ser menores que a metade da seção do condutor de proteção de maior seção da instalação.

O projeto de aterramento deve ser realizado de tal forma que a resistividade da malha seja inferior ou igual a  $10 \Omega$ , para instalações até 69 kV, e inferior ou igual a  $5 \Omega$  para instalações acima de 69 kV. A medição pode ser realizada no local através de eletrodos em caixas de inspeção, assim como deve ser realizado teste de continuidade de aterramento, com o objetivo de garantir máxima segurança do sistema. Quando o valor mínimo de resistência não for atingido, recomenda-se tratamento do solo ou adição de outros eletrodos.

### **2.2.5. Sistemas de proteção**

Todo sistema de instalações elétricas deve possuir um correto sistema de proteção contra choques elétricos, efeitos térmicos, sobrecorrente, sobretensões, dentre outros aspectos de risco.

Para que a proteção da instalação seja considerada ideal, os equipamentos envolvidos devem atuar dentro dos limites de corrente, tensão, frequência e tempo para os quais foram dimensionados (FILHO, 2007).

Neste tópico serão estudados alguns dos principais dispositivos de proteção de sistemas elétricos, com prioridade àqueles utilizados no estudo de caso em questão, e são listados abaixo:

- Interruptor Diferencial Residual (IDR);
- Disjuntor Diferencial Residual (DDR);
- Disjuntor Termomagnético;
- Disjuntor Térmico;
- Disjuntor Magnético;
- Fusível;
- Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS).

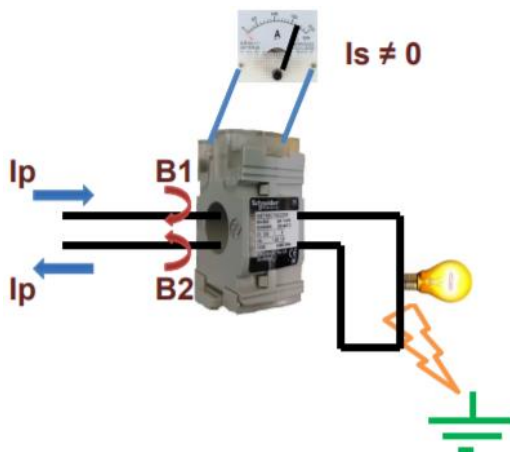
#### ***2.2.5.1. Interruptor Diferencial Residual***

O IDR é um dispositivo de proteção que tem como função a proteção contra choques elétricos, instalações ou equipamentos inadequados no circuito (WEG, 2018).

O dispositivo DR funciona através do monitoramento do campo magnético dos condutores ativos do circuito. Em condições normais de operação, o laço dos condutores do circuito geram campos magnéticos de mesma intensidade e em sentidos opostos, indicando campo magnético nulo na leitura interna do dispositivo. Quando na ocorrência de fuga para o terra, que pode ser ocasionada por um cabo danificado ou usuário em contato com o circuito, o campo magnético deixa de ser nulo e o

dispositivo atua, interrompendo o fornecimento de energia elétrica, conforme mostra a Figura 10 (Schneider Electric, 2018).

Figura 10. Detecção do DR por fuga ao terra.



Fonte: Schneider Electric (2018).

As normativas NBR 5410 (2004) e NR 10 (2004) recomendam a instalação de DR como proteção geral e por circuito. Para a proteção da vida do usuário, recomenda-se dispositivos com sensibilidade de 30mA, e para equipamentos 300mA, e é necessário que seja instalada proteção contra sobrecorrente (disjuntores) em série com DR. Ainda de acordo com a NBR 5410 (2004), o DR deve ser utilizado em ambientes molhados ou onde exista presença ou risco de umidade.

Existe no mercado uma opção ao IDR, o Disjuntor Diferencial Residual (DDR), que adiciona proteção contra sobrecorrentes características de um disjuntor, que será mais bem detalhada no próximo tópico.

#### 2.2.5.2. Disjuntor

Os disjuntores tem como finalidade proteger o circuito de curto-circuitos, sobrecarga e falha de isolamento. São também utilizados ocasionalmente como dispositivos de comando, apesar de ser recomendado utilizar elementos com esta finalidade separadamente (SCHNEIDER ELECTRIC, 2018).

Existem três tipos de disjuntores, diferenciados pelo seu método de abertura do circuito:

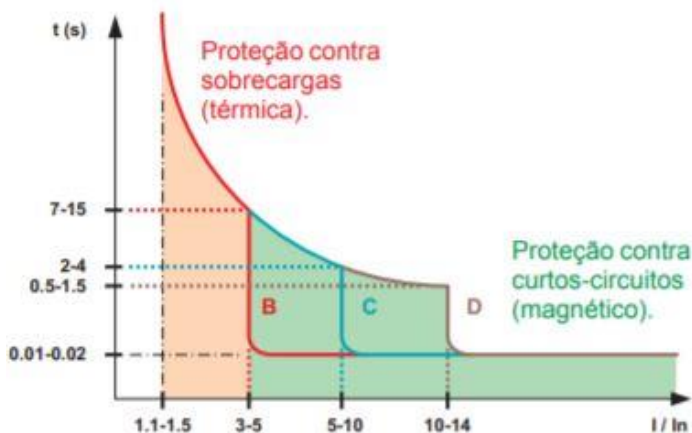
- a) **Térmico:** Funciona pelo princípio da deformação de diferentes materiais metálicos. Uma lâmina bimetálica é deformada quando ocorre um aumento de temperatura decorrida por uma sobrecorrente, abrindo o circuito e interrompendo o fornecimento de corrente elétrica;
- b) **Magnético:** Utilizado para proteção de curto-circuitos, a chapa metálica de contato do disjuntor é atraída através do campo magnético gerado por uma bobina quando na ocorrência do curto-circuito, interrompendo o fornecimento de corrente elétrica;
- c) **Termomagnético:** É uma combinação dos disjuntores térmico e magnético, garantindo proteção contra curto-circuitos e sobrecorrente.

O principal método de escolha do disjuntor para as instalações é através da capacidade de corrente dos condutores, como explicado anteriormente, e deve ter sua corrente nominal ( $I_n$ ) maior ou igual à do circuito a ser protegido. Os disjuntores também são classificados de acordo com sua curva de desligamento, que indica a capacidade de detecção e desligamento do circuito em relação à corrente de curto-circuito ou sobrecorrente.

A Figura 11 ilustra as curvas B, C e D de desligamento de disjuntores. Os disjuntores da curva B são mais sensíveis e utilizados em circuitos com baixa demanda de corrente de partida, com circuitos normalmente resistivos. A curva C indica instalação em circuitos com demanda de corrente de partida moderada, como circuitos indutivos. Já a curva D é utilizada em circuitos com grande corrente de partida, como motores elétricos e transformadores. Na mesma figura é possível analisar o tempo recomendado de desligamento do circuito para cada valor de corrente de curto-circuito e sobrecarga, de acordo com as três diferentes curvas de operação dos disjuntores. (SCHNEIDER ELECTRIC, 2018).



Figura 11. Curvas de desligamento de disjuntores.



Fonte: Schneider Electric (2018).

Outro aspecto importante no dimensionamento de disjuntores é a proteção contra corrente de curto-circuito ( $I_{cc}$ ) na saída do transformador. Para isso utiliza-se um cálculo aproximado, considerando a potência de curto-circuito sendo infinita, e portanto a  $I_{cc}$  será limitada apenas pela impedância do transformador de alimentação, segundo a Equação 9 e a Equação 10 (FERGÜTZ, 2016).

$$I_n = \frac{S}{(\sqrt{3} \cdot V_L)} \quad (9)$$

$$I_{cc} = \frac{I_n \cdot 100}{Z\%} \quad (10)$$

Onde  $I_n$  e  $S$  são a corrente nominal e potência nominal do transformador, respectivamente,  $V_L$  é a tensão de linha do secundário do transformador e  $Z\%$  é a impedância percentual do transformador.

### 2.2.5.3. Fusível

Fusíveis são dispositivos de proteção contra curtos-circuitos ou sobrecargas de longa duração. Seu funcionamento é baseado na característica térmica do metal (chumbo ou estanho) que é fabricado o elo fusível. Quando a corrente que passa pelo fusível é maior que a projetada,

o elo esquenta e funde, impossibilitando a passagem de corrente elétrica, protegendo o circuito dos efeitos adversos que poderiam ser causados (BRITO, 2018). A classificação dos fusíveis se dá segundo sua utilidade, e pode ser analisada na Tabela 15.

Tabela 15. Classificação de fusíveis.

	<b>Letra</b>	<b>Indicação</b>
<b>Primeira letra minúscula</b>	a	Fusível limitador de corrente. Atua somente contra curto-circuito.
	g	Fusível limitador de corrente. Atua contra curto-circuito e contra sobrecarga.
<b>Segunda letra maiúscula</b>	G	Proteção de linha, uso geral.
	M	Proteção de circuitos motores.
	L	Proteção de linha.
	Tr	Proteção de transformadores.
	R	Proteção de semicondutores ultrarrápidos.
	S	Proteção de semicondutores e linha (combinado).

Fonte: Adaptado de Brito (2018).

Além da classificação dos fusíveis, existem três principais tipos diferentes de dispositivos no mercado, são eles:

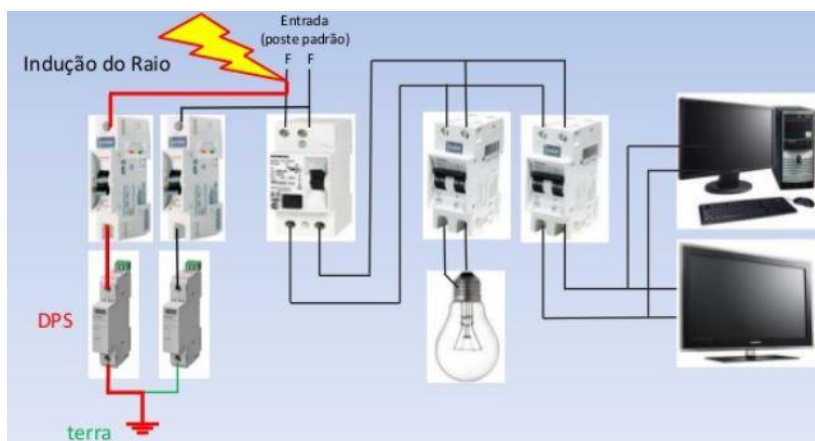
- a) NH: Utilizado para proteger instalações elétricas industriais de sobrecorrentes e curto-circuitos, atuam nas categorias gL e gG. Possuem alta capacidade de limitação de corrente, até 120 kA;
- b) D: Utilizado para proteger instalações elétricas de curto-circuito. Possuem capacidade de limitação de corrente de até 100 kA, dependendo de sua corrente nominal de operação;

- c) Ultra rápidos: Utilizados para proteger circuitos retificadores e conversores de frequência.

#### 2.2.5.4. Dispositivo de Proteção Contra Surtos

O DPS é utilizado para proteger o sistema de possíveis sobretensões, causadas principalmente por descargas atmosféricas ou manobras no circuito (SIEMENS, 2018). Seu funcionamento é baseado na detecção de sobretensões transitórias na rede, drenando-as para o sistema de aterramento, antes de atingir os equipamentos das instalações elétricas (CLAMPER, 2016), como ilustrado na Figura 12.

Figura 12. Funcionamento de dispositivo DPS.



Fonte: Santos (2014).

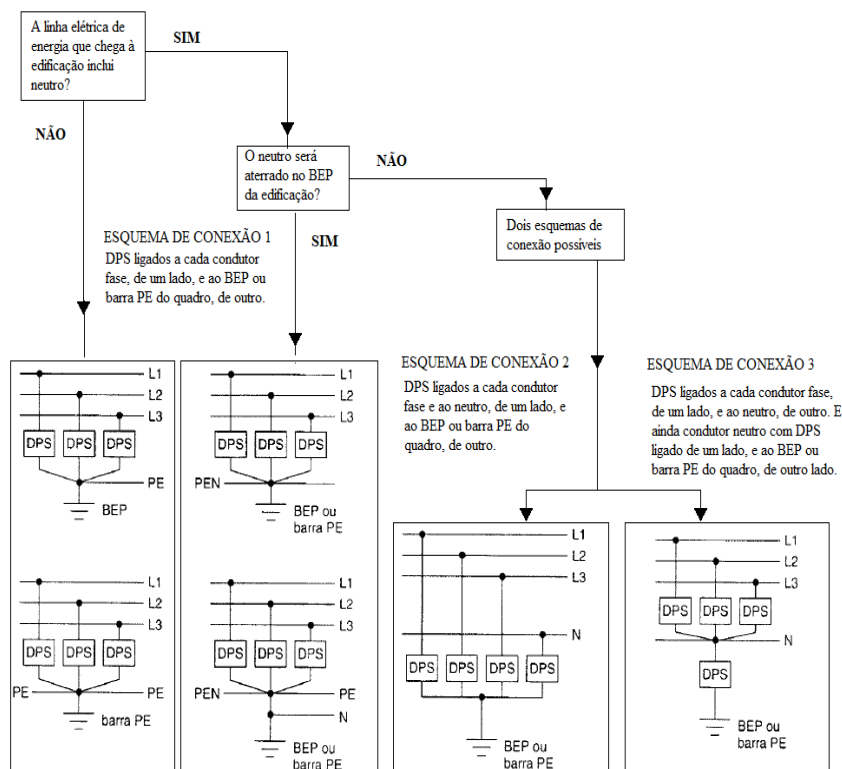
Os dispositivos de proteção contra surtos podem ser utilizados em diversas aplicações, desde sistemas de distribuição de energia elétrica até instalações elétricas residenciais. Para isso existem três diferentes classes do dispositivo (I, II e III), além de um combinado classe I e II, e que podem ser analisados na Tabela 16 e identificados na Figura 12. A Figura 13 apresenta os esquemas de conexão de DPS nas diferentes configurações de instalação, recomendados pela NBR 5410 (2004).

Tabela 16. Classes de DPS.

<b>Classe</b>	<b>Função</b>
<b>I</b>	<p>Protege sistemas de baixa tensão contra sobretensões e altas correntes de surto que podem ser provocadas por raios, diretos ou indiretos.</p> <p>Possui nível de proteção de tensão de até 1,5kV.</p> <p>Suportam corrente de impulso de 25 a 100kA.</p> <p>Instalados como proteção primária nos quadros primários de distribuição.</p>
<b>II</b>	<p>Protege contra efeitos de descargas indiretas e atua na prevenção das sobretensões de manobra.</p> <p>Tem capacidade de drenar correntes induzidas que penetram nas edificações.</p> <p>Instalados em quadros de distribuição secundários.</p>
<b>Combinado I e II</b>	<p>Utiliza a capacidade de dreno de correntes induzidas do DPS Classe II em conjunto com o nível de proteção do DPS Classe I.</p>
<b>III</b>	<p>Utilizados como complementos ao DPS Classe II.</p> <p>Tem a função de limitar ainda mais a sobretensão para proteger equipamentos eletroeletrônicos.</p> <p>Instalados próximos aos equipamentos.</p>

Fonte: Adaptado de Clamper (2016); Siemens (2018).

Figura 13. Esquemas de conexão de DPS



Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

## 2.2.6. Quadros de distribuição

De acordo com definição dada pela normativa NBR 5410 (2004), quadros de distribuição são equipamentos elétricos destinados a receber energia elétrica de uma ou mais alimentações, e distribuí-la a um ou mais circuitos, desempenhando também funções de manobra, proteção e comando de uma instalação elétrica. Resumidamente, é o componente que distribui a energia elétrica por toda a edificação e acomoda os dispositivos de proteção dos seus circuitos elétricos.

Estes conjuntos devem ser montados e instalados seguindo as recomendações dadas pela normativa NBR 60439-1 (2003) e as seguintes distâncias mínimas devem ser respeitadas:

- a) Entre partes vivas nuas de polaridades distintas: 10 mm;
- b) Entre partes vivas nuas e outras partes condutivas (massas, invólucros): 20 mm.

Com objetivo de atender à demanda de instalações futuras, devem ser levados em consideração espaços de reserva para mais circuitos em futuras ampliações, como segue na Tabela 17.

Tabela 17. Quantidade de circuitos reserva de acordo com o número de circuitos efetivamente instalados.

<b>Quantidade de circuitos efetivamente disponíveis (N)</b>	<b>Espaço mínimo destinada à reserva (em número de circuitos)</b>
Até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
$N > 30$	0,15 N

Fonte: Adaptado de NBR 5410 (2004).

O local exato de instalação dos quadros de distribuição não é previsto em nenhuma norma, embora recomenda-se que seja instalado próximo ao centro de carga (ponto onde pode-se considerar como sendo o centro de toda a carga de determinado espaço) (SOUZA; MORENO, 2001). A instalação no centro de carga evita maiores valores de queda de tensão, tornando a instalação mais eficiente, desde que seja possível sua instalação neste espaço. Além disso, os quadros devem ser instalados em locais de fácil acesso e providos de identificação do lado externo, legível e não facilmente removível, segundo recomendação da NBR 5410 (2004).

### **2.2.7. Entrada de Energia**

No estudo de caso, a alimentação da instalação é ligada diretamente ao transformador de subestação particular, e portanto, não é necessário seguir as recomendações técnicas dadas pela concessionária local, no caso a CELESC.

Para calcular os níveis de corrente de condutores, proteções e outros fatores é recomendado levar em consideração o fator de demanda da instalação a ser alimentada. Demanda é a potência elétrica média solicitada pela instalação, durante um determinado intervalo de tempo, enquanto fator de demanda (de um equipamento) é a razão entre a potência efetivamente absorvida, e a potência nominal do equipamento (CELESC, 1999). A normativa técnica NT 03 (1999) disponibiliza a recomendação de cálculo do fator de demanda de uma instalação, a fim de prever os condutores e proteções que ligam o transformador ao quadro geral de distribuição.

Para fins práticos, o documento E-321.0001 (2012, p. 90-93): Padronização de Entrada de Energia Elétrica de Unidades Consumidoras de Baixa Tensão, traz os fatores de demanda típicos de instalações segundo seu ramo de atividade.

### 2.3. SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Descargas atmosféricas são fenômenos naturais, e portanto, impossíveis de serem modificados a ponto de prevenir sua ocorrência. A ocorrência de descargas são perigosas para pessoas, animais, instalações e estruturas, e por isso devem ser tomadas medidas de proteção com o objetivo de reduzir os riscos associados a este fenômeno.

As medidas de proteção para reduzir danos físicos e à vida dentro de uma estrutura, assim como falhas de sistemas elétricos e eletrônicos são enunciados através da NBR 5419 (2015), e são comprovadamente eficazes na redução dos riscos associados às descargas atmosféricas, segundo consta na própria norma.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas é dividido em três subsistemas, para garantir a máxima proteção de estruturas, pessoas, animais e instalações. O primeiro subsistema é caracterizado por captadores, estruturas de descida e aterramento, o segundo por dispositivos de proteção contra surtos (DPS), enquanto que o terceiro compreende técnicas de blindagem eletromagnética (CREA-PR, 2016).

### 2.3.1. Efeitos de Descargas Atmosféricas e Níveis de Proteção

Conforme enunciado na NBR 5419 (2015), a descarga atmosférica pode causar danos à própria estrutura, ocupantes e conteúdos, podendo ainda estender-se a áreas vizinhas e ao ambiente local. A Tabela 18 foi adaptada da norma em questão, e destaca os efeitos de descargas atmosféricas em diferentes tipos de construção, de acordo com seu propósito. De acordo com os riscos associados enunciados na Tabela 18, existem quatro diferentes níveis (classes) de proteção, de acordo com a eficiência do sistema. O nível máximo (classe I) garante 98% de eficiência de proteção, o nível médio (classe II) garante 95%, nível moderado (classe III) com 90%, enquanto que o nível normal (classe IV) oferece eficiência de 80% de proteção (BOHN, 2018).

Tabela 18. Efeitos das descargas atmosféricas nos diferentes tipos de estruturas.

<b>Tipo de estrutura</b>	<b>Efeito</b>	<b>Nível de proteção</b>
Casa de moradia	Perfuração da isolamento das instalações elétricas, incêndio e danos materiais; Danos normalmente limitados a objetos expostos ao ponto de impacto ou no caminho da corrente de descarga atmosférica; Falha de equipamentos e sistemas elétricos e eletrônicos instalados.	III
Edificação em zona rural	Risco maior de incêndio e tensões de passo perigosas, assim como danos materiais; Riscos secundários associados à perda de energia elétrica, podendo estar associado a risco de vida animal.	III ou IV



<b>Tipo de estrutura</b>	<b>Efeito</b>	<b>Nível de proteção</b>
Teatro, cinema, hotel, escola, shopping center, áreas de esportes	Danos em instalações elétricas que tendem a causar pânico; Falha em sistemas de alarme de incêndio.	II
Banco, empresa de seguros, estabelecimentos comerciais	Idem ao anterior, acrescentando-se problemas como perda de comunicação, falha de computadores e perda de dados.	II
Hospital, clínicas, asilo, creche, prisão	Idem ao anterior, acrescentando-se problemas relacionados a pacientes com tratamento médico intensivo e dificuldade de resgatar pessoas com dificuldade de movimentação.	II
Indústria	Pode ocasionar perda de produção	III
Museu, sítio arqueológico, igreja	Pode ocasionar perda de produção.	II
Estação de telecomunicações, estação de geração e transmissão de energia elétrica	Interrupção de serviços públicos essenciais	I
Fábrica de fogos de artifício e trabalhos com munição	Incêndio e explosão com consequência à planta e arredores	I
Indústria química, refinaria, usina nuclear, indústria e laboratório de bioquímica	Incêndio e consequências prejudiciais ao meio ambiente local e global	I

Fonte: Adaptado de NBR 5419-2 (2015).

Para garantir o desempenho eficiente e seguro dos Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas, este é dividido em três

principais subsistemas, que serão melhor detalhados a seguir, são eles os subsistemas de captação, descida e aterramento.

2.3.2. Subsistema de Captação

O subsistema de captação é o conjunto de equipamentos responsáveis por “capturar” o raio, para que posteriormente possa ser escoado para a terra em segurança, evitando danos à estrutura, equipamentos e à vida.

Existem hoje três principais métodos de cálculo, que são descritos pela normativa NBR 5419-3 (2015), são eles o Método das Malhas (Gaiola de Faraday), Método do Ângulo de Proteção (Franklin) e o Método da Esfera Rolante (Modelo Eletrogeométrico) (FAM, 2018). A Tabela 19 traz os valores máximos para o cálculo dos diferentes métodos, de acordo com os diferentes níveis de proteção. A Figura 14 mostra como escolher o ângulo de proteção para o Método de Franklin, de acordo com o nível de proteção em relação a altura do captor acima do plano de referência da área a ser protegida (H). Vale ressaltar que plano de referência é toda a área da superfície da edificação de deseja-se proteger.

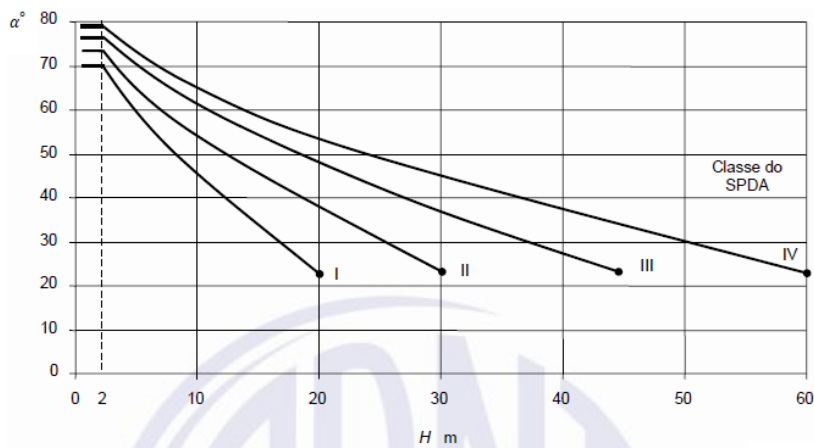
Estes valores apresentados na Tabela 19 e na Figura 14 serão melhor entendidos nos itens subsequentes, nos quais cada método será melhor detalhado.

Tabela 19. Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA.

	Método de proteção		
Classe do SPDA	Raio da Esfera Rolante R (m)	Máximo afastamento dos condutores da malha(m)	Ângulo de proteção ( $\alpha^\circ$ )
I	20	5x5	Ver figura 14
II	30	10x10	
III	45	15x15	
IV	60	20x20	

Fonte: Adaptado de NBR 5419-3 (2015).

Figura 14. Gráfico para consulta dos ângulos de proteção.



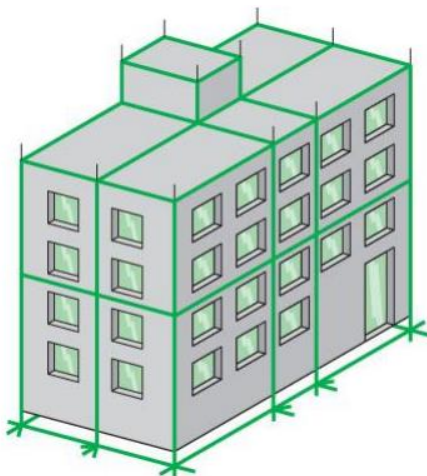
Fonte: Adaptado de NBR 5419-3 (2015).

### 2.3.2.1. Método das Malhas

Também conhecido por Método da Gaiola de Faraday, este subsistema consiste na configuração de uma malha formada por cabos de cobre ou chapas de alumínio, com minicaptadores nos cantos da malha. Os valores de área dos quadrículos do método das malhas pode ser identificado através da Tabela 19, tendo ainda a possibilidade de menor distanciamento, quando necessário (FAM, 2018).

A Figura 15 apresenta uma forma genérica do método das malhas.

Figura 15. Método das malhas

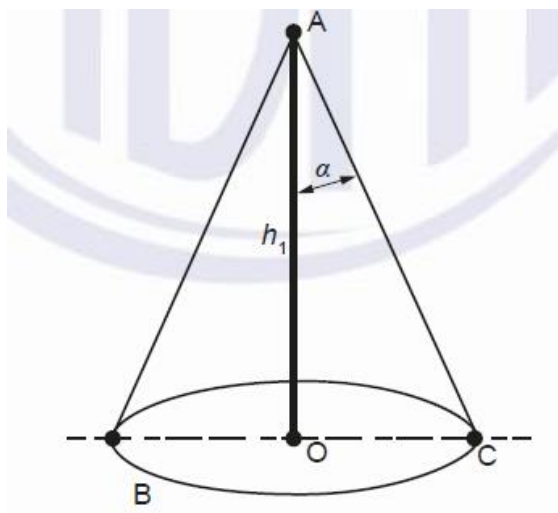


Fonte: Fergütz (2017b).

#### 2.3.2.2. Método do Ângulo de Proteção

Também conhecido comumente por Método de Franklin, este subsistema é formado por um captor Franklin instalado no alto de um mastro de altura a ser calculada. A Figura 16 detalha o cone circular com vértice no eixo do mastro, utilizado para o cálculo do sistema. A altura  $h_1$  refere-se ao conjunto mastro + captor ao plano de referência em metros, os pontos B e C são chamados pontos de referência, enquanto que o ângulo  $\alpha$  é dado conforme a altura e classe de proteção, analisando a Figura 14.

Figura 16. Método do ângulo de proteção.



Fonte: NBR 5419-3 (2015).

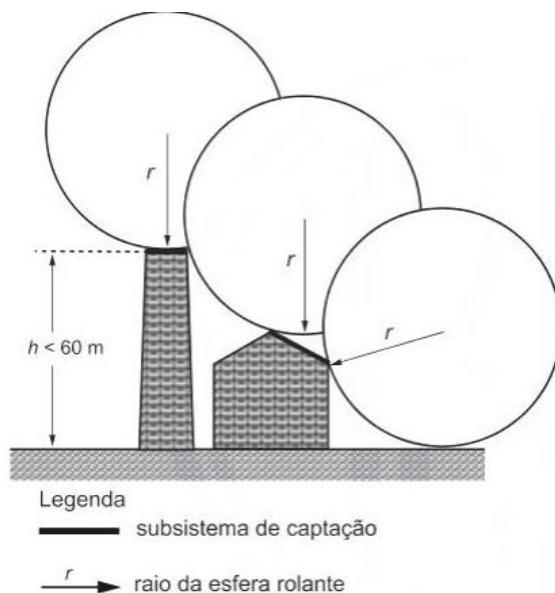
O raio de proteção  $R$  (dado em metros) garantido por este método é calculado através da Equação 11, e deve ser analisado se compreende toda a área a se proteger (NBR 5419-3, 2015).

$$R = \tan(\alpha) \cdot h_1 \quad (11)$$

### 2.3.2.3. Método da Esfera Rolante

Também conhecido como Modelo Eletrogeométrico, esta técnica consiste em criar uma esfera fictícia através de um elemento captor, com raio dado pela Tabela 19, e “rolar” esta esfera pela estrutura, conforme ilustrado na Figura 17, onde a esfera tocar a estrutura estará protegida (FAM, 2018). A normativa NBR 5419-3 (2015) ainda alerta que seja instalada uma proteção de 20% da altura total para estruturas acima de 60 metros, afim de evitar descargas laterais.

Figura 17. Método da esfera rolante.



Fonte: NBR 5419-3 (2015).

### 2.3.3. Subsistema de Descida

De acordo com a normativa NBR 5419-3 (2015), o subsistema de descida deve ser instalado com o objetivo de reduzir a probabilidade de danos causados devido ao fluxo de corrente da descarga atmosférica ao longo do SPDA, arranjado de tal forma que existam diversos caminhos paralelos para a corrente elétrica, menor comprimento possível e equipotencialização com as partes condutoras.

Para garantir melhor distribuição da corrente de descarga, devem ser instalados “anéis” horizontais a cada distância vertical pré-estabelecida através da Tabela 20, fornecida pela própria normativa. Além disso, é recomendado que, se possível, os condutores sejam instalados em linha reta e vertical, constituindo o menor caminho possível até a terra. Vale lembrar que, se possível, é recomendado que utilize a própria estrutura metálica da edificação como condutores de descida, desde que as dimensões sejam adequadas e haja conexão eletricamente contínua.

Tabela 20. Distância recomendada entre os condutores de descida e os anéis condutores de acordo com a classe do SPDA.

<b>Classe do SPDA</b>	<b>Distâncias (m)</b>
I	10
II	10
III	15
IV	20

Fonte: Adaptado de NBR 5419-3 (2015).

Alguns conceitos específicos para cada tipo de edificação ou casos especiais são ainda citados na normativa, caso algum deles seja explicitado no projeto da Torre de Controle em questão, esses serão melhor debatidos no próximo capítulo.

#### **2.3.4. Subsistema de Aterramento**

O subsistema de aterramento é o responsável por dispersar a corrente de descarga atmosférica, evitando danos às estruturas, instalações e seres vivos. Para isso, o sistema deve obter a menor resistência de aterramento possível, facilitando o fluxo de corrente.

Em um cenário ideal, o aterramento deve ser único para a proteção de todos os sistemas, seja SPDA, energia elétrica e de sinal, preferencialmente com a utilização da estrutura das armaduras das fundações. Quando na impossibilidade de utilizar a armadura, recomenda-se a instalação de anéis externos à estrutura, com pelo menos 80% do comprimento total, podendo ser utilizado também malha de aterramento. Os eletrodos de aterramento devem ser enterrados à profundidade mínima de 0,5 metros, a uma distância mínima de 1 metro ao redor das paredes externas, com acesso para que possa ser realizada a inspeção durante sua instalação, e posteriormente em períodos de manutenção. A equipotencialização do sistema deve ser realizada e conectada ao BEP, interligando o SPDA, instalações metálicas, sistemas internos, partes condutivas externas e linhas elétricas conectadas à estrutura (NBR 5419-3, 2015).

#### **2.3.5. Materiais e Componentes de Instalação**

Além dos métodos de cálculo e estruturas recomendadas na normativa NBR 5419-3 (2015), os componentes e materiais devem ser

corretamente dimensionados, com o objetivo de suportar efeitos eletromagnéticos, esforços acidentais, elétricos, mecânicos, corrosão e altas temperaturas, para que reduza a possibilidade de falha do sistema.

Os possíveis materiais e condições de utilização são listados na Tabela 5 da NBR 5419-3 (2015, p.19). Os principais utilizados nas instalações são cobre, aço galvanizado a quente, aço inoxidável, aço revestido por cobre e alumínio. Ainda é recomendado que as conexões sejam feitas utilizando o mesmo material, evitando possibilidades de corrosão. A fixação de elementos captadores e de condutores de descida devem ser realizadas firmemente, evitando afrouxamento ou quebra de condutores, seguindo a distância máxima recomendada pela normativa:

- Até 1 metro para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na horizontal;
- Até 1,5 metros para condutores flexíveis (cabos e cordoalhas) na vertical ou inclinado;
- Até 1 metro para condutores rígidos (fitas e barras) na horizontal;
- Até 1,5 metros para condutores rígidos (fitas e barras) na vertical ou inclinado.

O número de conexões deve ser o menor possível, e quando necessário, realizadas através de solda elétrica ou exotérmica e conexões mecânicas de pressão ou compressão. Assim como em projetos elétricos, os materiais devem seguir as recomendações dadas pela normativa de SPDA, afim de evitar danos quando na ocorrência de descargas atmosféricas. A Tabela 21 traz os materiais, configurações e dimensões mínimas para os condutores de captação e condutores de descida. A Tabela 22 mostra as mesmas informações para os eletrodos de aterramento instalados no sistema. Como mencionado anteriormente, devem ser instalados dispositivos de proteção contra surtos (DPS) na entrada da edificação, evitando que a corrente de descarga atmosférica atinja as instalações elétricas internas.

As informações listadas ao longo deste tópico são recomendações dadas pela normativa NBR 5419 (2015), e como apontado anteriormente, garantem a máxima proteção a eventuais falhas e danos relacionados a



descargas atmosféricas em estruturas, instalações e seres vivos, sendo assim, de importância fundamental em projetos elétricos.

Tabela 21. Materiais, configuração e dimensões mínimas para os condutores de captação e condutores de descida.

<b>Material</b>	<b>Configuração</b>	<b>Área da seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Comentários</b>
<b>Cobre</b>	Fita maciça	35	Espessura 1,75 mm
	Arredondado maciço	35	Diâmetro 6 mm
	Encordoadado	35	Diâmetro de cada fio da cordoalha 2,5 mm
	Arredondado maciço	200	Diâmetro 16 mm
<b>Alumínio</b>	Fita maciça	70	Espessura 3 mm
	Arredondado maciço	70	Diâmetro 9,5 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
	Arredondado maciço	200	Diâmetro 16 mm
<b>Aço cobreado IACS 30%</b>	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3 mm
<b>Alumínio cobreado IACS 64%</b>	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,6 mm

<b>Material</b>	<b>Configuração</b>	<b>Área da seção mínima (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Comentários</b>
<b>Aço galvanizado a quente</b>	Fita maciça	50	Espessura mínima 2,5 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	50	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço	200	Diâmetro 16 mm
<b>Aço inoxidável</b>	Fita maciça	50	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	50	Diâmetro 8 mm
	Encordoadado	70	Diâmetro de cada fio cordoalha 1,7 mm
	Arredondado maciço	200	Diâmetro 16 mm

Fonte: Adaptado de NBR 5419-3 (2015).

Tabela 22. Materiais, configurações e dimensões mínimas de eletrodos de aterramento.

<b>Material</b>	<b>Configuração</b>	<b>Dimensões mínimas</b>		<b>Comentários</b>
		<b>Eletrodo cravado (diâmetro)</b>	<b>Eletrodo não cravado</b>	
<b>Cobre</b>	Encordoadado	-	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço	-	50 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de 8mm
	Fita maciça	-	50 mm <sup>2</sup>	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	-	
	Tubo	20 mm	-	Espessura de parede 2 mm

Material	Configuração	Dimensões mínimas		Comentários
		Eletrodo cravado (diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Aço galvanizado a quente	Arredondado maciço	16 mm	Diâmetro 10 mm	-
	Tubo	25 mm	-	Espessura de parede 2 mm
	Fita maciça	-	90 mm <sup>2</sup>	Espessura 3 mm
	Encordoadado	-	70 mm <sup>2</sup>	-
Aço cobreado	Arredondado maciço Encordoadado	12,7 mm	70 mm <sup>2</sup>	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,5 mm
Aço inoxidável	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro de 10 mm a 100 mm <sup>2</sup>	Espessura mínima de 2 mm

Fonte: Adaptado de NBR5419-3 (2015).

## 2.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pôde ser visto neste capítulo, os projetos envolvendo eletricidade em ambientes industriais seguem diversas recomendações dadas por normativas, que garantem maior eficiência e segurança no projeto, além de diversos conceitos estudados ao longo do curso de Engenharia Elétrica.

Além dessas normativas, é fundamental que as recomendações da norma regulamentadora NR10 (2004), que tem por objetivo garantir a segurança nas instalações e serviços em eletricidade, sejam seguidas.



### 3. ESTUDO DE CASO – TORRE DE CONTROLE

Este capítulo tem como objetivo apresentar o objeto de estudo, a Torre de Controle do Porto de Imbituba, e seus aspectos construtivos, bem como o projeto luminotécnico, o projeto elétrico de baixa tensão e o projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, sendo todos baseados nos conceitos apresentados anteriormente.

#### 3.1. APRESENTAÇÃO DA OBRA

A Torre de Controle será a nova sede de trabalho de um dos maiores setores pertencentes à administradora do Porto de Imbituba, o setor de operações portuárias, que é responsável por toda a logística do Porto. Ela será instalada em uma edificação reformada que se encontra no centro do Porto de Imbituba, em área não alfandegada. Atualmente a edificação é composta por cinco pavimentos, que serão totalmente reformados e remodelados internamente para melhor atendimento das atividades dos novos usuários. A área total de construção é de aproximadamente 420 m<sup>2</sup> e será dividida conforme a Tabela 23.

Tabela 23. Divisão dos ambientes do projeto da Torre de Controle.

<b>Pavimento</b>	<b>Ambiente</b>
Térreo	Recepção
	Circulação
	Copa
	Sanitário feminino
	Sanitário masculino
	Hall
	Sala de TI
Segundo pavimento	Sala de reuniões
	Hall
Terceiro pavimento	Sala de arquivos
	Hall
Quarto pavimento	Sala de operações 1
	Hall
Quinto pavimento	Sala de operações 2
	Sala do Gerente
	Hall

<b>Pavimento</b>	<b>Ambiente</b>
Mirante	Mirante
	Sala de máquinas e terraço para bandeira

Ainda, a edificação será composta por algumas novas estruturas, como: um elevador externo para acesso aos pavimentos através dos respectivos *Halls* de entrada, uma escada metálica externa, um pergolado de entrada e a sala de TI para abrigar a fonte estabilizadora de alguns circuitos (*nobreak*).

O primeiro pavimento servirá de suporte para as necessidades diárias dos usuários da edificação, a sala de reuniões localizada no segundo pavimento será utilizada para eventuais reuniões do setor, e a sala de arquivos, localizada no terceiro pavimento, tem o objetivo de armazenamento de documentos, porém preocupou-se em dimensionar e distribuir as cargas do ambiente caso haja a necessidade de mudança de utilização. O quarto e quinto pavimento abrigarão a maior parte da equipe de trabalhadores da edificação, sendo os principais locais das atividades de trabalho. A edificação ainda contará com um Mirante, uma espécie de observatório do dia-a-dia portuário.

A Figura 18 traz a situação atual da edificação e a Figura 19 as perspectivas externas conforme projeto arquitetônico.

Figura 18. Situação atual da futura Torre de Controle.



Fonte: SCPar Porto de Imbituba (2018).

Figura 19. Perspectivas do projeto arquitetônico da futura Torre de Controle.



Fonte: SCPar Porto de Imbituba (2018).

### 3.2. PROJETO LUMINOTÉCNICO

A iluminação de cada ambiente foi projetada pelo Método dos Lúmens para atender aos níveis de iluminância proposto para os diferentes tipos de atividades, de acordo com o recomendado da NBR 8995 (2013).

Distribuiu-se também iluminação decorativa em complemento à anterior com a finalidade de dar destaque e foco em objetos de interesse. Além disso, iluminação especial para a escada externa e para eventuais serviços de manutenção no vão do elevador também foi prevista. Essas iluminações não foram contabilizadas no cálculo luminotécnico.

#### 3.2.1. Escolha das Luminárias para o Cálculo Luminotécnico

Adotou-se para o projeto luminotécnico luminárias LED do tipo painel de sobrepor, montadas sob o forro. A escolha deu-se através de decisão do corpo técnico da SCPAr Porto de Imbituba, que levou em consideração a eficiência energética, a durabilidade da manutenção do fluxo luminoso e a estética da luminária.

Foram utilizados dados de luminárias disponíveis no mercado para o cálculo do Método dos Lúmens. Como a SCPAr segue leis para seus processos licitatórios (Lei nº 8666, de 21 de julho de 1993 e Lei nº 13303, de 30 de junho de 2016), nenhuma marca pode ser divulgada em seu projeto, ou seja as luminárias escolhidas serviram apenas como base de dados técnicos.

A Tabela 24 apresenta os valores técnicos mínimos que as luminárias do projeto devem possuir, e a Tabela 25 apresenta as medidas básicas das luminárias.

Tabela 24. Dados mínimos para luminárias do projeto luminotécnico.

<b>Ambiente</b>	<b>Temp. de cor</b>	<b>Fluxo luminoso</b>	<b>R<sub>a</sub></b>	<b>Vida útil</b>	<b>Garantia</b>
Geral	5000 K	3500 lm	>80	25000h	2 anos
Copa e Circulação	5000 K	1800 lm	>80	25000h	2 anos

Disponível em: < <http://www.abalux.com.br/downloads/apresentacoes-de-produtos-c4/>>. Acesso em 10/10/2018.



Tabela 25. Medidas básicas dos luminárias.

<b>Ambiente</b>	<b>Geometria</b>	<b>Medidas</b>
Geral	Quadrada	(0,6 x 0,6) m
Copa e circulação	Quadrada	(0,3 x 0,3) m

Disponível em: < <http://www.abalux.com.br/downloads/apresentacoes-de-produtos-c4/>>. Acesso em 10/10/2018.

### 3.2.2. Método dos Lúmens

Após a escolha das luminárias adequadas para o projeto luminotécnico, verificou-se na normativa NBR 8995 (2013) o nível de iluminância aceitável para cada ambiente, conforme a Tabela 26.

Tabela 26. Iluminância média para os ambientes do trabalho.

<b>Ambiente</b>	<b>Iluminância determinada (lux)</b>
Recepção	300
Circulação	150
Copa	300
Sanitários	300
Sala de TI	300
Sala de reuniões	500
Sala de arquivos	400
Sala de operações 1	500
Sala de operações 2	500
Sala do gerente	500
<i>Hall</i>	150

Além do mais, optou-se por utilizar fator de manutenção ( $F_M$ ) do ambiente no valor de 0,8 e alta refletância (70% teto, 50% paredes e 20% piso), pois todos os ambientes foram considerados limpos e com pinturas e revestimentos claros. A altura do plano de trabalho para todos os ambientes foi fixado em 1 metro.

A Tabela 27 apresenta o comprimento ( $a$ ), e a largura ( $b$ ) dos ambientes, assim como a distância da luminária ao plano de trabalho ( $h$ ),

essas variáveis são úteis para a o cálculo do RCR, que é calculado pelas Equação 1 e Equação 2.

Tabela 27. Variáveis dos ambientes para o cálculo do RCR.

<b>Ambiente</b>	<b><i>a</i></b>	<b><i>b</i></b>	<b><i>h</i></b>	<b>RCR</b>
Recepção	6,3	2,6	2,1	5,66
Circulação	2,0	1,4	2,1	12,75
Copa	2,0	2,4	2,1	9,62
Sanitários	3,9	2,0	2,1	7,94
Sala de TI	1,7	2,5	2,1	10,37
Sala de reuniões	6,3	6,7	1,6	2,46
Sala de arquivos	6,3	6,7	1,5	2,31
Sala de operações 1	6,3	6,7	1,6	2,46
Sala de operações 2	4,6	6,7	2,8	4,40
Sala do gerente	3,0	4,2	2,8	6,82
Hall	2,2	1,4	2,0	11,69

Com os valores de RCR calculados, obtém-se o fator de utilização por cruzamento de valores de refletâncias e RCR. A Tabela 28 e Tabela 29, apresentam os fatores de utilização para as luminárias de 3500 lm e 1800 lm, respectivamente.

Tabela 28. Fator de utilização para luminária de 3500 lm

Valores percenturais de refletâncias									
Teto	70			50			30		
Parede	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Chão	20			10			20		
RCR	Fator de utilização								
0	1,17	1,17	1,17	1,11	1,11	1,11	1,07	1,07	1,07
1	1,02	0,98	0,95	0,98	0,95	0,92	0,92	0,89	0,89
2	0,89	0,83	0,78	0,86	0,81	0,76	0,78	0,74	0,74
3	0,79	0,71	0,65	0,76	0,69	0,64	0,67	0,63	0,63

Valores percentuais de refletâncias									
Teto	70			50			30		
Parede	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Chão	20			10			20		
RCCR	Fator de utilização								
4	0,7	0,62	0,55	0,67	0,6	0,55	0,59	0,54	0,54
5	0,62	0,54	0,48	0,6	0,53	0,47	0,52	0,47	0,47
6	0,56	0,48	0,42	0,55	0,47	0,41	0,46	0,41	0,41
7	0,51	0,43	0,37	0,5	0,42	0,37	0,41	0,36	0,36
8	0,47	0,39	0,33	0,45	0,38	0,33	0,38	0,33	0,33
9	0,43	0,35	0,3	0,42	0,35	0,3	0,34	0,29	0,29
10	0,4	0,32	0,27	0,39	0,32	0,27	0,31	0,27	0,27

Disponível em: <http://www.abalux.com.br/downloads/fator-de-utilizacao-c6/>.

Acesso em 10/10/2018.

Tabela 29. Fator de utilização para luminária de 1800 lm

Valores percentuais de refletâncias									
Teto	70			50			30		
Parede	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Chão	20			10			20		
RCR	Fator de utilização								
0	1,16	1,16	1,16	1,11	1,11	1,11	1,07	1,07	1,07
1	1,02	0,98	0,95	0,98	0,95	0,92	0,92	0,89	0,89
2	0,89	0,83	0,78	0,86	0,81	0,76	0,78	0,71	0,71
3	0,79	0,71	0,65	0,76	0,69	0,64	0,67	0,59	0,59
4	0,7	0,62	0,55	0,67	0,6	0,55	0,59	0,51	0,51
5	0,62	0,54	0,48	0,6	0,53	0,47	0,52	0,44	0,44
6	0,56	0,48	0,42	0,54	0,47	0,41	0,46	0,39	0,39
7	0,51	0,43	0,37	0,5	0,42	0,37	0,41	0,34	0,34
8	0,47	0,39	0,33	0,45	0,38	0,33	0,37	0,3	0,3
9	0,43	0,35	0,3	0,42	0,35	0,3	0,34	0,27	0,27
10	0,4	0,32	0,27	0,39	0,32	0,27	0,31	0,25	0,25

Disponível em: <http://www.abalux.com.br/downloads/fator-de-utilizacao-c6/>.

Acesso em 10/10/2018.

Após a determinação do fator de utilização para cada ambiente, deve-se então aplicar todas as condições estabelecidas anteriormente na Equação 4, a fim de determinar o número de luminárias ( $N_l$ ) necessárias para cada ambiente. A Tabela 30 apresenta os resultados da aplicação da

Equação 4 e a quantidade de pontos prevista para cada ambiente do projeto.

Tabela 30. Resultado do número de luminárias para cada ambiente.

<b>Ambiente</b>	<b>Número de luminárias (<math>N_l</math>)</b>	<b>Quantidade de pontos previsto</b>
Recepção	2,86	3
Circulação	0,72	1
Copa	1,19	1
Sanitários	1,77	2
Sala de TI	1,14	1
Sala de reuniões	9,54	10
Sala de arquivos	7,63	8
Sala de operações 1	9,54	10
Sala de operações 2	7,86	8
Sala do gerente	4,46	4
<i>Hall</i>	0,80	1

O modo como os pontos foram distribuídos encontram-se no APÊNDICE B ao APÊNDICE E, basicamente optou-se por distribuir os pontos da forma mais uniforme possível, com espaçamento igual entre cada luminária, e distantes da parede com metade do espaçamento entre luminárias.

### **3.2.3. Iluminação Decorativa**

Como mencionado anteriormente, foi previsto iluminação decorativa como complemento à iluminação geral, alguns ambientes receberam a previsão desses pontos. As características mínimas da iluminação decorativa, bem como, o ambiente de instalação e a função que exercem no ambiente são apresentados na Tabela 31.

Tabela 31. Características da iluminação decorativa de cada ambiente do projeto.

<b>Ambiente</b>	<b>Características mínimas</b>	<b>Função</b>
Banheiros	Arandela decorativa de sobrepor para parede de banheiro, base de alumínio, difusor com vidro curvo acetinado, para duas lâmpadas, compatível com caixa 4x2. Medidas de referência: 610 x 112 x 90 mm. Fornecida com 2 lâmpadas LED amarela, bulbo a60, base e-27	Previsão de dois pontos altos para iluminação pontual de pia e espelho
Mirante	Balizador de embutir em piso para área externa com LED e fonte integrada, tensão 220 V, potência 2 W, fluxo luminoso mínimo de 80 lm, 3.000 K, grau de proteção mínimo IP67, temperatura de operação 0-40 °C, vida útil mínima (L70): 20.000 h garantia mínima de 2 anos. Medidas de referência: diâmetro externo do balizador: 33 mm; comprimento: 55 mm; diâmetro do corpo do balizador: 30 mm; ângulo de abertura: 30°.	Previsão de quinze pontos para a demarcação do perímetro do mirante

<b>Ambiente</b>	<b>Características mínimas</b>	<b>Função</b>
Área externa e patamar da bandeira	Refletor LED para áreas externas, potência 30 W, corpo em alumínio na cor branca, vidro temperado, tensão 220 V, vida útil mínima (L70): 20.000 h, temperatura de cor: 4.000 K, grau de proteção mínimo: IP65, fluxo luminoso mínimo: 2.100 lm. Todos os parafusos em aço inox. Ângulo de abertura de 120°	Previsão de nove pontos, sendo oito pontos no entorno da edificação para iluminação das faces externas e um ponto para iluminação decorativa da bandeira no mirante.

### **3.2.4. Iluminação de Emergência**

Também foram previstas tomadas destinadas à iluminação autônoma de emergência. Os locais de instalação estão detalhados na planta elétrica de baixa tensão e denominados de IE (ver APÊNDICE B ao APÊNDICE H).

Em alguns pontos foram previstas tomadas duplas para o circuito de iluminação de emergência, esses pontos normalmente são localizados perto de portas de saídas para instalação tanto da iluminação autônoma, quanto de uma placa luminosa de saída.

### **3.2.4. Iluminação Especial**

Como forma de iluminar a escada externa e o vão interno do elevador, para eventuais manutenções, adicionou-se arandela de sobrepor em parede, tipo tartaruga para lâmpadas de até 100 W e base e-27, blindada e à prova de gases não inflamáveis, vapores e pó. A disposição dessas luminárias encontram-se no APÊNDICE H – Projeto elétrico de baixa tensão – Prumada.

## **3.3. PROJETO ELÉTRICO DE BAIXA TENSÃO**

O projeto elétrico de baixa tensão da Torre de Controle visa atender da melhor forma o dia-a-dia dos futuros usuários da edificação. A obra,

que será proveniente de uma reforma, contará com todos os materiais elétricos novos, assim como o recolhimento total do material antigo.

Encontram-se neste documento, do APÊNDICE A ao APÊNDICE H e APÊNDICE N, o esquema de alimentação da edificação, o projeto elétrico de cada pavimento, alguns cortes de prumadas para melhor entendimento de circuitos verticais, além de uma lista de todos os materiais necessários para a execução do projeto elétrico.

### **3.3.1. Circuitos Terminais**

#### *3.3.1.1. Distribuição de Cargas e Circuitos*

Para uma melhor distribuição das cargas no interior na edificação levou-se em consideração recomendações da NBR 5410 (2004), solicitações realizadas pelos futuros usuários das instalações e pedidos de pontos especiais de energia por parte dos colaboradores do setor de Tecnologia da Informação (TI).

A solicitação principal dos futuros usuários foi a previsão de pontos de energia próximos de suas estações de trabalho, para tal foram contabilizados quatro pontos por estação. Já o setor de TI solicitou pontos estratégicos de energia estabilizados por *nobreak* para atender às cargas de computadores, sistema de acesso eletrônico, câmeras de monitoramento, além de pontos de energia próximos ao sistema de cabeamento de televisão e telefonia.

Para cada ponto de tomada de uso geral e iluminação foi prevista potência de 100 VA, 300 VA por tomada de uso externo, 600 VA por tomadas de uso específico (cozinha, banheiros e mirante), 10 VA por ponto de iluminação de emergência. Para os aparelhos condicionadores de ar foram previstos 1000 VA, 1330 VA, 2000 VA para aparelhos de 9000, 12000 e 18000 BTUs (do português, Unidade Térmica Britânica), respectivamente.

No caso da divisão de potência dos pontos estabilizados foi levado em consideração a utilização do pavimento e a carga alimentada. Para o sistema de câmeras e controle de acesso determinou-se 30 VA por ponto, para os pontos estabilizados do térreo, quarto e quinto pavimento, definiu-se 178 VA e para os pontos do segundo e terceiro pavimento 111 VA.

A Tabela 32 apresenta a potência total dos circuitos terminais de cada pavimento, assim como quantidade de pontos e a Tabela 33 traz as mesmas informações da Tabela 32, porém para os circuitos terminais estabilizados.

Tabela 32. Distribuição de cargas para os circuitos terminais não estabilizados.

<b>Distribuição de cargas não estabilizadas</b>			
<b>Térreo</b>			
<b>Circuito</b>	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência total prevista (kVA)</b>
L1	Iluminação geral	15	1,50
L2	Iluminação da escada externa	16	1,60
L3	Iluminação externa	10	1,00
IE	Iluminação de emergência	15	0,15
T1	Tomada de uso geral recepção/hall/circulação/TI	13	1,30
T2	Tomada específica copa	6	3,00
T3	Tomada específica banheiros	4	2,00
T4	Tomada externa	4	1,20
AC-1	Ar condicionado – sala de recepção	1	1,00
AC-2	Ar condicionado – sala de TI	1	1,33
<b>Segundo pavimento</b>			
L4	Iluminação geral	11	1,10
IE	Iluminação de emergência	6	0,06
T5	Tomada geral	13	1,30
AC-3	Ar condicionado – sala de reuniões	1	2,00
AC-4	Ar condicionado – sala de reuniões	1	2,00



<b>Distribuição de cargas não estabilizadas</b>			
<b>Terceiro pavimento</b>			
L5	Iluminação geral	9	0,90
IE	Iluminação de emergência	6	0,06
T6	Tomada geral	17	1,70
AC-5	Ar condicionado – sala de arquivos	1	2,00
AC-6	Ar condicionado – sala de arquivos	1	2,00
<b>Quarto pavimento</b>			
L6	Iluminação geral	11	1,10
IE	Iluminação de emergência	6	0,06
T7	Tomada geral	32	3,20
AC-7	Ar condicionado – primeira sala de operações	1	2,0
AC-8	Ar condicionado – primeira sala de operações	1	2,0
<b>Quinto pavimento</b>			
L7	Iluminação geral	13	1,30
L8	Iluminação do mirante	17	1,70
L9	Iluminação do vão do elevador	7	0,70
IE	Iluminação de emergência – quinto pavimento e vão do elevador	14	0,84
T8	Tomada geral	22	2,20
T9	Tomada mirante	4	2,40
AC-9	Ar condicionado – sala da gerência	1	1,00
AC-10	Ar condicionado – segunda sala de operações	1	1,33
AC-11	Ar condicionado – segunda sala de operações	1	1,33

Tabela 33. Distribuição de cargas para os circuitos terminais estabilizados.

<b>Distribuição de cargas estabilizadas</b>			
<b>Circuito</b>	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Potência total prevista (kVA)</b>
<b>Térreo</b>			
CPD	Tomada da central de dados e voz	4	0,71
PC-1	Tomada estabilizada	10	1,78
PC-2	Sistema de câmera e controle de acesso	6	0,27
<b>Segundo pavimento</b>			
PC-3	Tomada estabilizada	8	0,89
PC-4	Sistema de câmera	1	0,03
<b>Terceiro pavimento</b>			
PC-5	Tomada estabilizada	12	1,33
PC-6	Sistema de câmera	1	0,03
<b>Quarto pavimento</b>			
PC-7	Tomada estabilizada	13	2,31
PC-8	Tomada estabilizada	12	2,13
<b>Quinto pavimento</b>			
PC-9	Tomada estabilizada	11	1,96
PC-10	Tomada estabilizada	9	1,60

A altura, posicionamento e a nomenclatura do circuito referente de cada ponto de energia pode ser visto do APÊNDICE B ao APÊNDICE H em conjunto com a legenda das simbologias em cada planta baixa.

### *3.3.1.2. Dimensionamento dos Condutores e Proteções*

Como forma de padronização para o cálculo da corrente nos condutores, foram impostos fatores de potências (FP) específicos para cada carga prevista. Para circuitos compostos de tomadas não estabilizadas atribuiu-se FP de 0,8, para circuitos de tomadas estabilizadas e condicionadores de ar 0,9 e iluminações (todas) fator de 1,0. O alto fator de potência para a iluminação deu-se pelo fato do projeto optar por uma iluminação inteiramente com a tecnologia LED.

Para a determinação dos condutores utilizados no projeto, foram impostos algumas condições e especificações, como:

- a) Método de referência de instalação: B1;
- b) Circuitos com dois condutores carregados;
- c) Condutores de cobre com isolamento PVC;
- d) Temperatura do condutor: 70 °C;
- e) Temperatura de referência do ambiente: 30 °C (ar) e 20 °C (solo);
- f) Fator de agrupamento de circuitos médio de 0,60;
- g) Tensão entre fase e neutro de 220 V.

Após fixadas as condições citadas acima, calculou-se a corrente de cada circuito terminal com base na Equação 5, e com auxílio da Tabela 36 da NBR 5410 (2004), determinou-se a seção mais adequada para cada condutor.

Também escolheu-se disjuntores termomagnéticos de curva C com valores comerciais de corrente nominal ( $I_n$ ) para a proteção e seccionamento de cada circuito. Para a escolha do dispositivo de proteção levou-se em consideração a seção do condutor e a corrente nominal do circuito, sendo  $I_n$  maior ou igual à corrente nominal do circuito e menor que a capacidade de condução do condutor (multiplicando-se a capacidade de condução tabelada pela norma pelo fator de agrupamento).

A Tabela 34 e a Tabela 35 apresentam informações dos circuitos não estabilizado e estabilizados, respectivamente, para o cálculo da corrente, bem como o resultado ( $I_{1F}$ ), a seção correspondente e a proteção adequada.

Tabela 34. Corrente, seção e proteção dos circuitos terminais não estabilizados.

<b>Corrente, seção e proteção de circuitos terminais não estabilizados</b>						
<b>Circuito</b>	<b>Pot. (kVA)</b>	<b>FP</b>	<b>Pot. (kW)</b>	<b><math>I_{1F}</math> (A)</b>	<b>Seção (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Proteção (A)</b>
<b>Térreo</b>						
L1	1,50	1,0	1,5	6,82	2,5	16
L2	1,60	1,0	1,60	7,27	4,0	16
L3	1,00	1,0	1,00	4,55	2,5	16
IE	0,15	1,0	0,15	0,68	2,5	10
T1	1,30	0,8	1,04	5,91	2,5	16
T2	3,00	0,8	2,40	13,64	4,0	20
T3	2,00	0,8	1,60	9,09	2,5	16
T4	1,20	0,8	0,96	5,45	2,5	16
AC-1	1,00	0,9	0,90	4,55	2,5	16
AC-2	1,33	0,9	1,20	6,06	2,5	16
<b>Segundo pavimento</b>						
L4	1,10	1,0	1,10	5,00	2,5	16
IE	0,06	1,0	0,06	0,27	2,5	10
T5	1,30	0,8	1,04	5,91	2,5	16
AC-3	2,00	0,9	1,80	9,09	2,5	16
AC-4	2,00	0,9	1,80	9,09	2,5	16
<b>Terceiro pavimento</b>						
L5	0,90	1,0	0,90	4,09	2,5	16
IE	0,06	1,0	0,06	0,27	2,5	10
T6	1,70	0,8	1,36	7,73	2,5	16
AC-5	2,00	0,9	1,80	9,09	2,5	16
AC-6	2,00	0,9	1,80	9,09	2,5	16
<b>Quarto pavimento</b>						
L6	1,10	1,0	1,10	5,00	2,5	16
IE	0,06	1,0	0,06	0,27	2,5	10
T7	3,20	0,8	2,56	14,55	4,0	20
AC-7	2,0	0,9	1,80	9,09	2,5	16
AC-8	2,0	0,9	1,80	9,09	2,5	16

<b>Corrente, seção e proteção de circuitos terminais não estabilizados</b>						
<b>Circuito</b>	<b>Pot. (kVA)</b>	<b>FP</b>	<b>Pot. (kW)</b>	<b><math>I_{1F}</math> (A)</b>	<b>Seção (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Proteção (A)</b>
<b>Quinto pavimento</b>						
L7	1,30	1,0	1,30	5,91	2,5	16
L8	1,70	1,0	1,70	7,73	2,5	16
L9	0,70	1,0	0,70	3,18	2,5	16
IE	0,84	1,0	0,84	3,82	2,5	10
T8	2,20	0,8	1,76	10,00	2,5	16
T9	2,40	0,8	1,92	10,91	2,5	16
AC-9	1,00	0,9	0,90	4,55	2,5	16
AC-10	1,33	0,9	1,20	6,06	2,5	16
AC-11	1,33	0,9	1,20	6,06	2,5	16

Tabela 35. Corrente, seção e proteção dos circuitos terminais estabilizados

<b>Corrente, seção e proteção de circuitos terminais estabilizados</b>						
<b>Térreo</b>						
<b>Circuito</b>	<b>Pot. (kVA)</b>	<b>FP</b>	<b>Pot. (kW)</b>	<b><math>I_{1F}</math> (A)</b>	<b>Seção (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Proteção (A)</b>
CPD	0,71	0,9	0,64	3,23	2,5	16
PC-1	1,78	0,9	1,60	8,08	2,5	16
PC-2	0,27	0,9	0,24	1,21	2,5	16
<b>Segundo pavimento</b>						
PC-3	0,89	0,9	0,80	4,04	2,5	16
PC-4	0,03	0,9	0,03	0,13	2,5	16
<b>Terceiro pavimento</b>						
PC-5	1,33	0,9	1,20	6,06	2,5	16
PC-6	0,03	0,9	0,03	0,13	2,5	16
<b>Quarto pavimento</b>						
PC-7	2,31	0,9	2,08	10,51	2,5	16
PC-8	2,13	0,9	1,92	9,70	2,5	16
<b>Quinto pavimento</b>						
PC-9	1,96	0,9	1,76	8,89	2,5	16
PC-10	1,60	0,9	1,44	7,27	2,5	16

Vale ressaltar que para os circuitos das áreas úmidas (T2, T3, T4 e T9) foram utilizados dispositivos diferenciais residuais em conjunto com os disjuntores termomagnéticos de cada circuito para uma maior proteção dos usuários.

Além de tudo, atentou-se com o equilíbrio entre as fases da instalação, dessa maneira os circuitos terminais do térreo e segundo pavimento foram alimentados pela fase R, já os circuitos de estabilizados por *nobreak* e do quarto pavimento alimentados pela fase S, e o restante pela fase T, totalizando uma carga de aproximadamente 33%, 35% e 32% nas respectivas fases.

### **3.3.2. Circuitos de Distribuição**

#### *3.3.2.1. Quadros de Distribuição*

A distribuição de energia na edificação é feita através de duas maneiras, uma pela quadro Q1A que é responsável pelos circuitos em geral e outra pelo QD, que tem a função de prover energia ao sistema de elevador e está localizado junto a futura casa de máquinas do elevador. Ambos os quadros são provenientes da rede subterrânea trifásica do Porto de Imbituba, que deriva do transformador da Subestação 6 (SE-6).

O quadro Q1A é localizado na área de circulação no *Hall* do Térreo, e dele saem a alimentação dos circuitos do Térreo e os cabos alimentadores de cada pavimento, esses cabos alimentam quadros de distribuição de circuitos não estabilizados monofásicos.

Os circuitos que necessitam de energia estabilizada por *nobreak* possuem origem no quadro de distribuição monofásico Q1B, localizado também no pavimento Térreo e ao lado do Q1A. Do quadro Q1B também saem a alimentação dos circuitos estabilizados do Térreo e os cabos alimentadores de cada pavimento para prover energia aos seus respectivos quadros estabilizados. O quadro QC, localizado no interior da Sala de TI, é derivado do quadro Q1A e sua função é exclusivamente para a alimentação do *nobreak*.

Para fácil identificação dos quadros, foram utilizadas as nomenclaturas de QXA e QXB, sendo X o número correspondente ao pavimento onde o quadro está localizado, mas vale ressaltar que o quadro

Q5A é o único em situação diferente, pois além de alimentar os circuitos do quinto pavimento alimenta também os circuitos do Mirante.

Os quadros de distribuição de cada pavimento localizam-se em seus respectivos *Halls* de entrada e, dessa forma, não se encontram no centro de carga da edificação. Porém, como trata-se da reforma de uma edificação antiga e com uma quantidade elevada de vigas e janelas, optou-se por utilizar as novas paredes dos *Halls* de entrada para facilitar passagem de cabos e eletrodutos. O APÊNDICE H traz os detalhes de subida para a alimentação dos quadros de distribuição.

A Tabela 36 apresenta um resumo da localização, origem de alimentação, tensão de operação e capacidade de acomodação de disjuntores monopolares dos quadros do interior da edificação. Os espaços reservas indicados nos diagramas unifilares (encontrados do APÊNDICE A ao APÊNDICE F) são mínimos e projetados conforme a NBR 5410 (2004).

Tabela 36. Características dos quadros de distribuição presentes na edificação.

Quadro	Local	Pav.	Origem	Tensão de Operação	Capacidade de acomodação
Q1A	<i>Hall</i>	Térreo	SE-6	3F 380/220 V	40 disjuntores
QC	Sala de TI	Térreo	Q1A	1F 220 V	6 disjuntores
Q1B	<i>Hall</i>	Térreo	QC	1F 220 V	18 disjuntores
Q2A	<i>Hall</i>	2º	Q1A	1F 220 V	18 disjuntores
Q2B	<i>Hall</i>	2º	Q1B	1F 220 V	18 disjuntores
Q3A	<i>Hall</i>	3º	Q1A	1F 220 V	18 disjuntores
Q3B	<i>Hall</i>	3º	Q1B	1F 220 V	18 disjuntores
Q4A	<i>Hall</i>	4º	Q1A	1F 220 V	18 disjuntores
Q4B	<i>Hall</i>	4º	Q1B	1F 220 V	18 disjuntores
Q5A	<i>Hall</i>	5º	Q1A	1F 220 V	18 disjuntores
Q5B	<i>Hall</i>	5º	Q1B	1F 220 V	18 disjuntores
QD	Sala de máquinas	Mirante e	SE-6	3F 380/220 V	18 disjuntores

### *3.3.2.2. Dimensionamento dos Condutores e Disjuntores*

O Porto de Imbituba não necessita atender à condutas da distribuidora local para a alimentação das instalações de baixa tensão provenientes das suas subestações internas, dessa forma o cálculo da demanda, para o dimensionamento dos alimentadores dos quadros de distribuição, não requer seguir os padrões da CELESC.

Para este projeto utilizou-se fator de demanda igual a 0,8 para cada quadro de distribuição (acima dos valores recomendados pela CELESC). O valor adotado possibilita folga para um aumento futuro de cargas e garante maior segurança às instalações.

Para o circuito de alimentação do sistema de elevador, determinou-se fator de demanda igual a 1,0 pois trata-se de um único motor, não podendo a potência ser ponderada por valor menor. As informações do modelo e provável potência instalada foram dadas pela equipe responsável do projeto estrutural do prédio que foi baseada nas dimensões físicas do vão do elevador.

A Tabela 37 apresenta o somatório das potências de cada quadro de distribuição e a aplicação do fator de demanda fixado, além do fator de potência resultante e o cálculo da corrente proveniente da potência demandada (para o cálculo da corrente utilizou-se a Equação 5 e a Equação 6). Ainda, a Tabela 37 apresenta a escolha comercial de cada disjuntor tripolar (3F) ou monopolar (1F), dependendo do número de fases que alimentam cada quadro, e a seção correspondente (conforme a capacidade de condução da Tabela 36 da NBR 5410 (2004) e condições iguais do item 3.3.1.2).



Tabela 37. Aplicação da demanda e resultado da corrente de projeto de cada quadro de distribuição.

Quadro	$\Sigma$ das potências dos circuitos		FD	Aplicação do FD		FP	$I_{1F}$ ou $I_{3F}$ (A)	Seção (mm <sup>2</sup> )	Proteção (A)
	kW	kVA		kW	kVA				
Q1A	44,70	50,30	0,8	35,76	40,24	0,89	61,13	35,0	70 (3F)
QC/ Q1B	9,88	10,98	0,8	7,90	8,78	0,90	39,92	16,0	50 (1F)
Q2A	5,80	6,46	0,8	4,64	5,17	0,90	23,49	10,0	32 (1F)
Q2B	0,83	0,92	0,8	0,66	0,73	0,90	3,33	4,0	20 (1F)
Q3A	5,92	6,66	0,8	4,74	5,33	0,90	24,22	10,0	32 (1F)
Q3B	1,23	1,36	0,8	0,98	1,09	0,90	4,95	4,0	20 (1F)
Q4A	7,32	8,36	0,8	5,86	6,69	0,88	30,40	16,0	40 (1F)
Q4B	4,00	4,44	0,8	3,20	3,56	0,90	16,16	6,0	25 (1F)
Q5A	11,52	12,81	0,8	9,22	10,25	0,90	46,57	16,0	50 (1F)
Q5B	3,20	3,56	0,8	2,56	2,84	0,90	12,93	6,0	20 (1F)
QD	7,50	16,45	1,0	7,50	16,45	0,46	24,99	25,0	50 (3F)

### 3.3.2.3. Queda de Tensão

Para a escolha da seção dos cabos alimentadores dos quadros da edificação, levou-se em consideração não somente a capacidade de

condução do condutor, mas também a queda de tensão presente em cada circuito alimentador. Conforme a ABNT NBR 5410 (2004), para este projeto o limite de queda de tensão é de 7%, pois trata-se de uma instalação alimentada por transformador MT/BT particular. Para o cálculo de cada queda de tensão utilizou-se a Equação 7 e a Equação 8 e dados da Tabela 12 e Tabela 37. Vale ressaltar que a queda de tensão percentual total de cada quadro é o somatório das quedas percentuais desde o secundário da tranformador até o quadro referente.

A Tabela 38 apresenta o comprimento dos alimentadores (L) de cada quadro, o resultado parcial de cada queda (resultado da aplicação da Equação 7 e a Equação 8) e a queda de tensão percentual total dos quadros da edificação, na qual encontram-se dentro do limite estabelecido.

Tabela 38. Queda de tensão total de cada quadro de alimentação.

<b>Quadro</b>	<b>Trajeta</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta v\%</math></b>	<b>Trajeta da alimentação</b>	<b><math>\Delta v\%</math> Total</b>
Q1A	SE-6/Q1A	40 m	0,69	Q1A	0,69
Q1B	Q1A/Q1B	22 m	1,02	Q1A+Q1B	1,71
Q2A	Q1A-Q2A	5 m	0,22	Q1A+Q2A	0,91
Q3A	Q1A/Q3A	10 m	0,45	Q1A+Q3A	1,14
Q4A	Q1A/Q4A	15 m	0,53	Q1A+Q4A	1,22
Q5A	Q1A/Q5A	20 m	1,09	Q1A+Q5A	1,78
QD	SE6/QD	70 m	0,47	QD	0,47
Q2B	Q1B/Q2B	5 m	0,08	Q1A+Q1B+Q2B	1,79
Q3B	Q1B/Q3B	10 m	0,22	Q1A+Q1B+Q3B	1,93
Q4B	Q1B/Q4B	15 m	0,74	Q1A+Q1B+Q4B	2,45
Q5B	Q1B/Q5B	20 m	0,79	Q1A+Q1B+Q5B	2,50

### 3.3.3. Entrada de Energia e Sistema de Aterramento

Como mencionado anteriormente, a edificação irá receber dois pontos de alimentação trifásica (380/220 V), um para alimentação das cargas internas e outro para alimentação do sistema de elevador. Ambos os alimentadores são previstos para derivarem do transformador da Subestação 6 por meio de uma rede subterrânea.

A subestação conta com entrada de alimentação em média tensão, 13,8 kV, e é composta por um único transformador, porém com a capacidade de abrigar mais dispositivos. Não pertence ao escopo deste projeto o dimensionamento do transformador, uma vez que, o mesmo é existente e tem suas características como sendo:

- Tensão do primário: 13,8 kV;
- Tensão do secundário: 220/380 V;
- Ligação:  $\Delta/Y$  com neutro;
- Potência: 112,5 kVA;
- Forma construtiva: Seco.

Os cabos previstos para alimentar o Q1A e QD são derivados do Quadro Geral de Distribuição de Baixa Tensão da Subestação 6 (QGBT-SE6) que é conectado ao transformador citado.

Do QGBT-SE6 derivam tanto os cabos de fase quanto o neutro e o condutor de proteção (PE). O neutro da ligação Y do secundário do transformador é conectado ao aterramento da subestação, e então ambos compõem barramentos dentro do QGBT-SE6 e seguem em condutores distintos com destino à Torre de Controle, sendo esta a configuração padrão em todas as subestações abrigadas do Porto com transformadores  $\Delta/Y$ , tem-se o aterramento do tipo TN-S.

O APÊNDICE A apresenta o caminho dos condutores de alimentação dos quadros Q1A e QD desde a caixa de passagem de ramificação da Subestação 6 até a caixa de passagem de entrada da Torre de Controle e consequente alimentação dos quadros.

#### *3.3.3.1. Corrente de Curto-Circuito*

Outro ponto importante para o dimensionamento correto das proteções dos quadros de entrada da edificação é a escolha dos disjuntores gerais com a adequada proteção contra corrente de curto-circuito ( $I_{cc}$ ). Com isso, tomou-se o devido cuidado na escolha de disjuntores com capacidade de curto-circuito compatível com a situação de alimentação pelo transformador da Subestação 6.

Para a determinação aproximada da corrente de curto-circuito da instalação, aplicou-se sequencialmente a Equação 9 e a Equação 10, com base nos valores de potência e tensão conhecidos,  $S = 112,5 \text{ kVA}$  e  $V_L = 380 \text{ V}$ , e valor de impedância percentual de um transformador similar (transformador seco WEG 112,5 kVA 13,8/0,38 kV)  $Z\% = 5\%$ . Dessa maneira contata-se que  $I_n = 170,926 \text{ A}$  e a corrente aproximada de curto-circuito  $I_{cc} = 3,4 \text{ kA}$ .

Com o valor  $I_{cc}$  determinado escolheu-se disjuntores de com capacidade de interrupção de corrente de curto-circuito de 10 kA e 5 kA, para os quadros Q1A e QD, respectivamente.

### 3.3.4. Dispositivos de Proteção Contra Surtos

Foram previstos também Dispositivos de Proteção Contro Surtos (DPS) para a proteção da entrada de todos os quadros contra sobretensões indesejadas. A instalação proposta para os dispositivos baseou-se no esquema de conexão 2 da Figura 13 pois é um dos esquemas recomendados para o sistema de aterramento TN-S.

Todos os quadros, com excessão do Q1A e do QD, possuem DPS Classe II para a proteção contra efeitos de descargas indiretas e prevenção das sobretensões de manobra. Os quadros Q1A e QD possuem DPS Classe I+II, pois além de serem quadros primários distribuição de uma edificação com Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (assunto de que será abordado a seguir), também alimentam circuitos terminais. Dessa forma, necessitam da proteção adicional para a proteção contra sobretensões e altas correntes de surto que podem ser provocadas por raios, diretos ou indiretos.

A Tabela 39 apresenta a classificação e a quantidade de DPS por quadro na edificação.

Tabela 39. Quantidade e classe de DPS usado em cada quadro da edificação.

Quadro	Classe DPS	Quantidade por quadro
Q1A	I+II	4
Q1B	II	2
Q2A	II	2

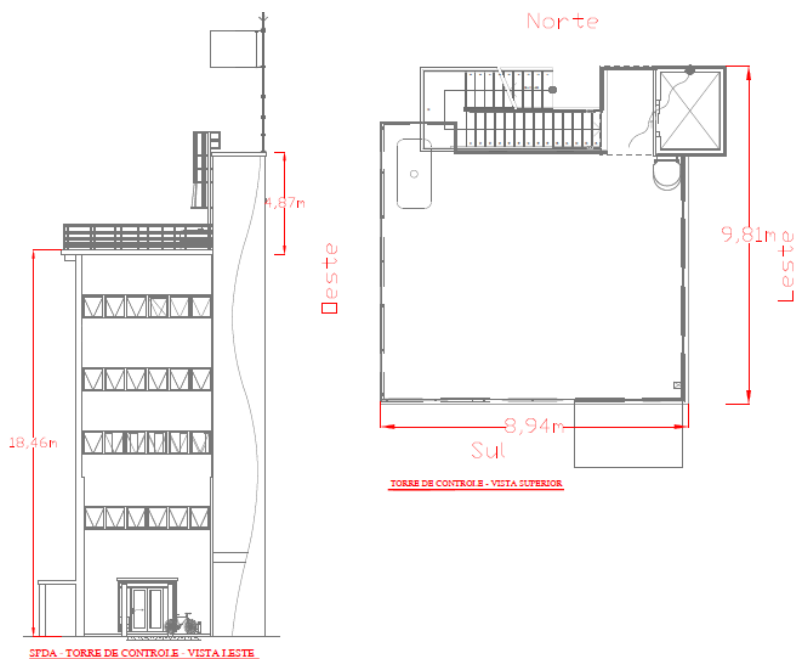
<b>Quadro</b>	<b>Classe DPS</b>	<b>Quantidade por quadro</b>
Q3A	II	2
Q4A	II	2
Q5A	II	2
QD	I+II	4
Q2B	II	2
Q3B	II	2
Q4B	II	2
Q5B	II	2

### 3.4. PROJETO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Com o objetivo de evitar danos à estrutura, ocupantes e conteúdos da Torre de Controle, foi projetado um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Por conta da edificação ser proveniente de reforma escolheu-se o subsistema de captação pelo Método do Ângulo de Proteção com condutores de descidas externos e com nível médio de proteção II (95%).

A Figura 20 apresenta algumas medidas úteis para o projeto de SPDA da Torre de Controle, mas os detalhes e diferentes perspectivas do projeto do SPDA podem ser consultados do APÊNDICE I ao APÊNDICE M.

Figura 20. Medidas da Torre de Controle.



Fonte: Adaptado de SCPar Porto de Imbituba (2018).

### 3.4.1. Determinação da Altura do Mastro

O dimensionamento do SPDA ocorreu de forma reversa, pois inicialmente foi solicitado um mastro de pelo menos 6 metros instalado no ponto mais alto da edificação (sala de máquinas do elevador) a fim de servir também como mastro de bandeira (fixação do objeto no mastro por meio de isoladores).

O projeto da sala de máquinas do elevador encontra-se a uma altura de aproximadamente 5 metros do patamar no Mirante. Dessa forma, a distância da ponta do captor de Franklin ao plano de referência (área do Mirante) é de 11 metros. Em consulta à Figura 14, para uma distância do captor ao plano de referência de 11 metros e nível de proteção II, obtém-se um ângulo de proteção  $\alpha$  de aproximadamente  $54^\circ$ . Então, aplicando-

se esses valores na Equação 11 determina-se que o raio de proteção (R) para essa configuração é de aproximadamente 15,14 metros.

A altura escolhida para este mastro é mais do que suficiente para a proteção inteira da edificação, pois mesmo que a instalação do mastro não seja centralizada no topo da edificação, a distância máxima horizontal do mastro até a ponta do plano de referência é de 13,3 metros, ou seja inferior ao raio de proteção.

### **3.4.2. Subsistema de Descidas**

Para o subsistema de descidas foi previsto condutores de cobre nu de 35 mm<sup>2</sup> dispostos de modo que não ultrapassassem o valor máximo do afastamento entre os condutores de descida e anéis condutores (10 metros conforme Tabela 19).

Inicialmente o mastro projetado conta com duas descidas que fazem um anel horizontal no topo da casa de máquinas do elevador e que seguem novamente em dois pontos descida para um segundo anel, que se encontra no patamar do Mirante.

Do anel localizado no mirante, saem cinco descidas que seguem para as hastes do subsistema de aterramento. Estas descidas foram dispostas em cada face da edificação a fim de obedecer o afastamento mínimo de 10 metros entre elas. Um terceiro anel com distância de 7,5 metros do anel do Mirante foi previsto pelo mesmo motivo. Para uma conexão confiável entre as descidas e os anéis utilizou-se solda exotérmica.

Foram previstas para a fixação dos condutores de descida presilhas a cada 1,0 m para condutores dispostos na horizontal e a cada 1,5 m para os condutores na vertical, além de eletroduto rígido roscável em PVC de diâmetro 50 mm com 3 metros de comprimento para evitar eventual contato físico com os condutores de descida. Ainda também a interligação de toda a parte metálica externa da edificação (incluindo a escada) com o subsistema de descidas.

### **3.4.3. Subsistema de Aterramento**

Ao final de cada descida foi prevista a conexão de hastes de aterramento de 3 metros de comprimento revestidas uniformemente com

uma camada de cobre com espessura mínima de 254 microns, afastadas de 1 metro da estrutura e também fixadas com 1 metro de profundidade.

A interligação entre as hastes, seguiu o recomendado pela normativa, e utilizou-se cabo de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup> juntamente com auxílio de conectores estilo Split Bolt.

Os condutores PE dos quadros Q1A e QD devem ser interligados por meio de conectores Split Bolt ao sistema de hastes do SPDA, e é de encargo da equipe de instalação que durante a obra faça-se a medição da resistência de aterramento, que neste caso deve ser abaixo de 10 Ohms. Caso o valor não seja compatível deve-se adicionar hastes até alcançar o valor de resistencia adequado.



## 4. CONCLUSÃO

Como mencionado anteriormente, a confiabilidade, a segurança e a eficiência das instalações foram fatores fundamentais no desenvolvimento do projeto elétrico de baixa tensão da Torre de Controle do Porto de Imbituba. Para que o projeto seja entregue dentro desses padrões, uma grande quantidade de normativas e recomendações tiveram de ser estudadas, aumentando assim o grau de complexidade e o tempo necessário para a entrega dos projetos. Apesar de todas as recomendações dadas pelas documentações oficiais de normativas técnicas, foram necessárias diversas reuniões entre os diferentes setores do Porto, projetistas e usuários, para definir certas características da instalação, e que foram detalhadas ao longo do documento, quando necessário.

Durante o desenvolvimento do projeto, e também deste documento de conclusão de curso, foi possível verificar uma característica ampla de aplicação dos conceitos de Engenharia Elétrica, abrindo a possibilidade de desenvolvimento de novas técnicas e também características peculiares das diversas áreas de conhecimento envolvidas no projeto, seja no desenvolvimento, seja no usuário final das instalações. Esta multidisciplinaridade envolvida amplia os horizontes da Engenharia Elétrica, conhecendo mais sobre a integração dos diversos setores da engenharia.

Ao final do desenvolvimento do projeto, a parte elétrica foi julgada adequada pelo setor de engenharia do Porto de Imbituba. Atualmente está em fase de integração com as diversas áreas da engenharia, e posteriormente seguirá para a entrada do processo licitatório para o início das atividades de instalação e comissionamento.

Como abordado anteriormente, o trabalho tem uma visão global de um projeto com diversas especificidades, e é difícil entrar em detalhes muito profundos de cada assunto, abrindo possibilidades para futuras pesquisas. Como exemplo, um trabalho futuro interessante seria a identificação dos diversos tipos de instalação de SPDA, assim como um aprofundamento maior em projetos de luminotecnia. Outra possibilidade futura de projeto é a revisita às instalações mencionadas neste documento, quando instaladas. Neste futuro projeto poderá ser detalhado os resultados

do dimensionamento, assim como realizar inspeções de qualidade da instalação, como medição de queda de tensão, inspeção de aterramento, análise de confiabilidade e qualidade das instalações, dentre outros aspectos de manutenção e operação das instalações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004. 209p.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015. 309p.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1**: iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro, 2013. 46p.
- [4] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10**: segurança em instalações e serviços em eletricidade. 2004. 14 p.
- [5] LUMICENTER. **Iluminação – Conceitos e aplicações de luminotécnica**. 2017. Disponível em: <  
<http://www.lumicenteriluminacao.com.br/conceitos-basicos-de-iluminacao-pt2/>>. Acesso em 26/10/2018.
- [6] FERREIRA, Rodrigo Arruda Felício. **Manual de luminotécnica**. Juiz de Fora, 2010. 28 p.
- [7] BENDER, Vitor Cristiano. **Metodologia de projeto eletrotérmico de LEDs aplicada ao desenvolvimento de sistemas de iluminação pública**. Santa Maria, 2012. 201 p.
- [8] SANTOS, Talía Simões. *et al.* **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**. Limeira, 2015. 8 p.
- [9] LIMA, Valquíria Aparecida Alcantara. **Estudo comparativo entre lâmpada com LED de alta potência e lâmpadas comuns, considerando a viabilidade econômica**. Curitiba, 2013. 75 p.
- [10] GONÇALVES, Luiz Fernando. **Instalações elétricas prediais**. Porto Alegre, 2012. 78 p.
- [11] FILHO, João Mamede. **Instalações elétricas industriais**. 7. Ed. 2007. 934 p.

- [12] WEG. **Interruptor Residual**. Disponível em: < <https://www.weg.net/> >. Acesso em 30/10/2018.
- [13] SCHNEIDER ELECTRIC. **Dispositivos de Proteção Residual**. Disponível em: < <https://www.schneider-electric.com/> >. Acesso em 30/10/2018.
- [14] FERGÜTZ, Marcos. **Corrente de curto-circuito – Método simplificado**. Joinville, 2016. 25 p.
- [15] BRITO, Raquel. **Fusível: o que é, funções, tipos e características**. Disponível em: < <https://www.stoodi.com.br/blog/2018/04/17/fusivel/> >. Acesso em 01/11/2018.
- [16] CLAMPER. **Dispositivos de proteção contra surtos elétricos**. Disponível em: < <http://www.clamper.com.br/2016/12/16/o-que-e-dps-dispositivos-de-protecao-contrasurtos-eletricos/> >. Acesso em 01/11/2018.
- [17] SANTOS, Alisson Bolanho. **Dispositivo Protetor de Surto – DPS**. São Paulo, 2014. 8 p.
- [18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 60439-1: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão**. Rio de Janeiro, 2003. 76 p.
- [19] CENTRAS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA S.A. **NT – 03: fornecimento de energia elétrica à edifícios de uso coletivo**. Florianópolis, 1999. 87 p.
- [20] CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO PARANÁ. **Proteção contra descargas atmosféricas**. Curitiba, 2016. 32 p.
- [21] FAM ENGENHARIA E PROJETOS. **Subsistema de captação**. 2018.
- [22] ABALUX. **Fator de utilização**. Disponível em: <<http://www.abalux.com.br/downloads/fator-de-utilizacao-c6/>> Acesso em 26/10/2018.

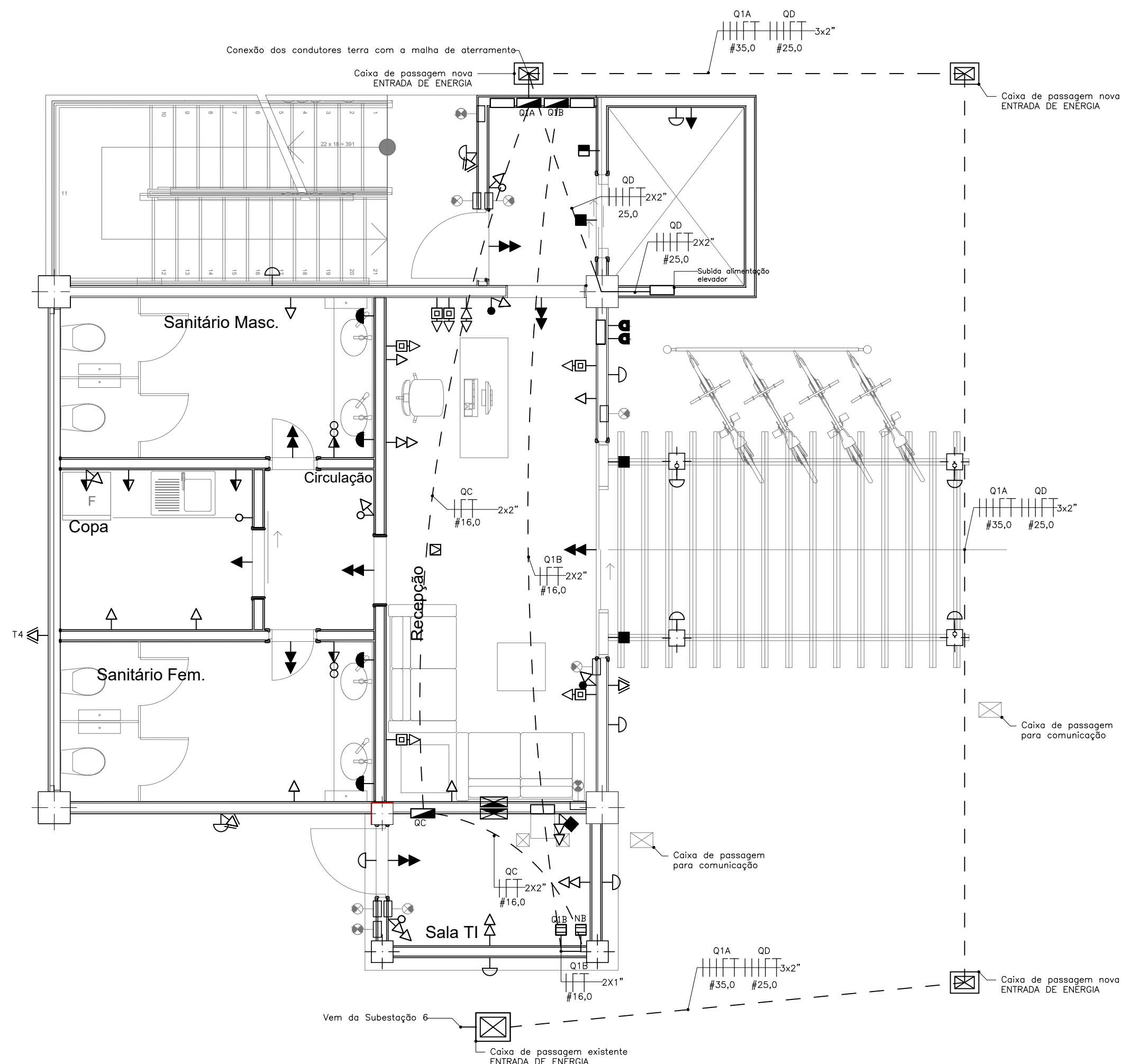
[23] ABALUX. **Apresentação de produtos.** Disponível em: <<http://www.abalux.com.br/downloads/apresentacoes-de-produtos-c4/>> Acesso em 26/10/2018.

[24] WEG. **Transformadores a Seco.** Disponível em: <[https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Gera%C3%A7%C3%A3o%20C-Transmiss%C3%A3o-e-Distribui%C3%A7%C3%A3o/Transformadores-a-Seco/c/GTD\\_TS](https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Gera%C3%A7%C3%A3o%20C-Transmiss%C3%A3o-e-Distribui%C3%A7%C3%A3o/Transformadores-a-Seco/c/GTD_TS)> Acesso em 01/11/2018.

[25] FERGÜTZ, Marcos. **Instalações Elétricas: Projeto Residencial.** Joinville, 2017a. 44 p.

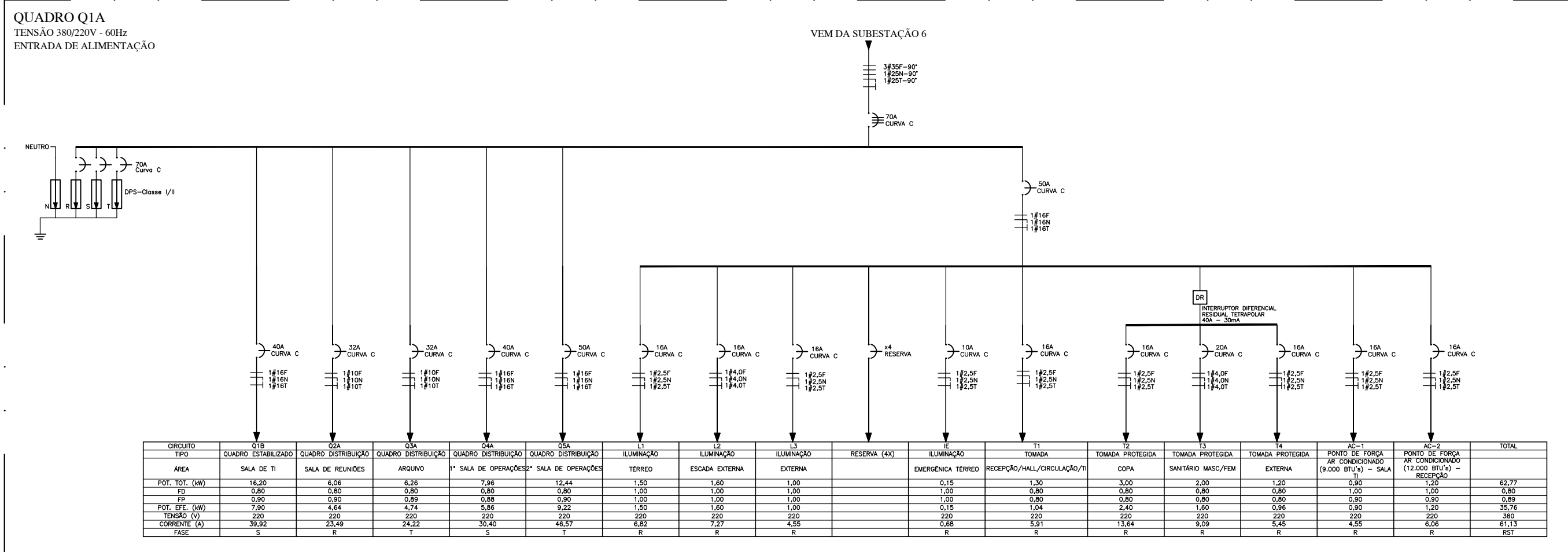
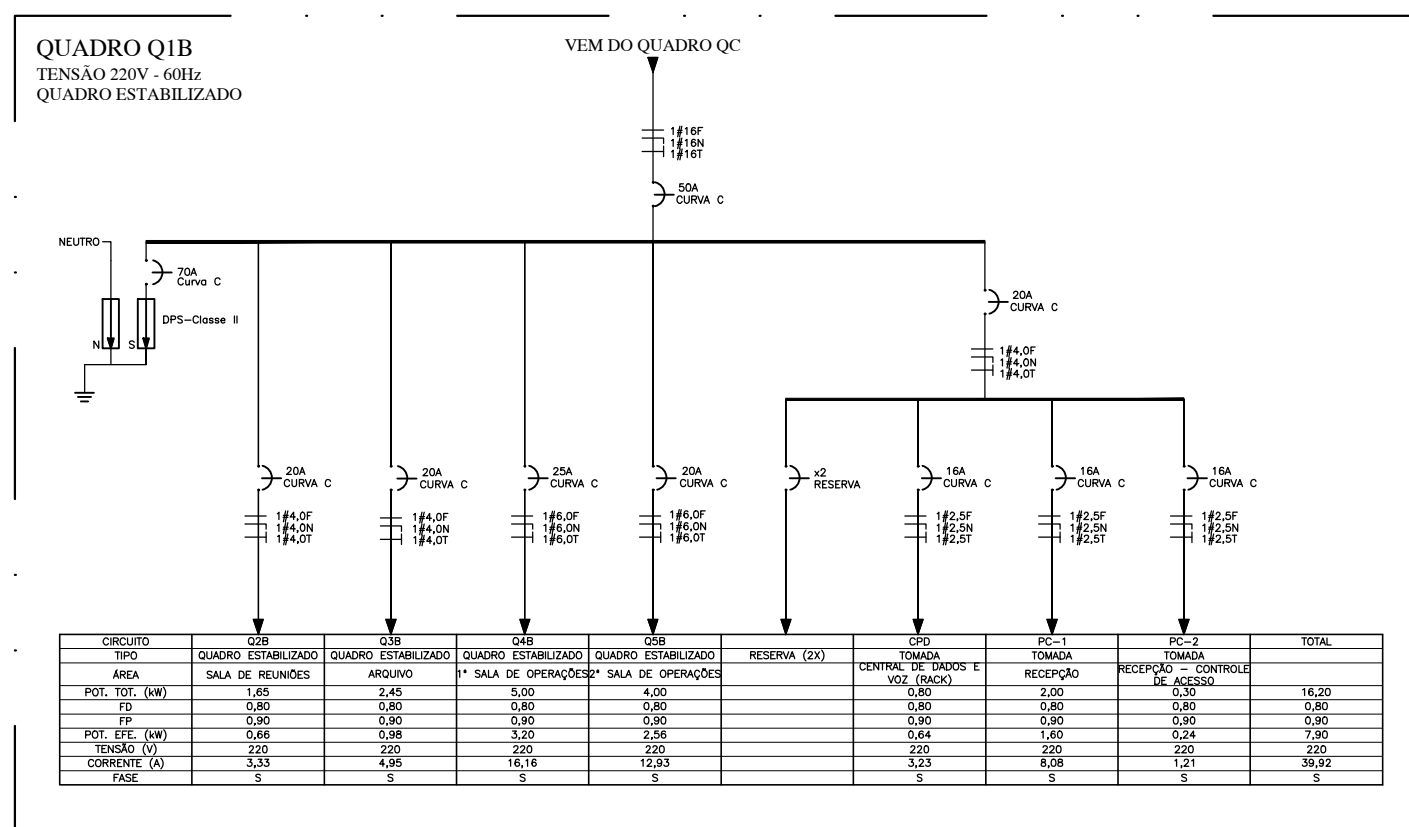
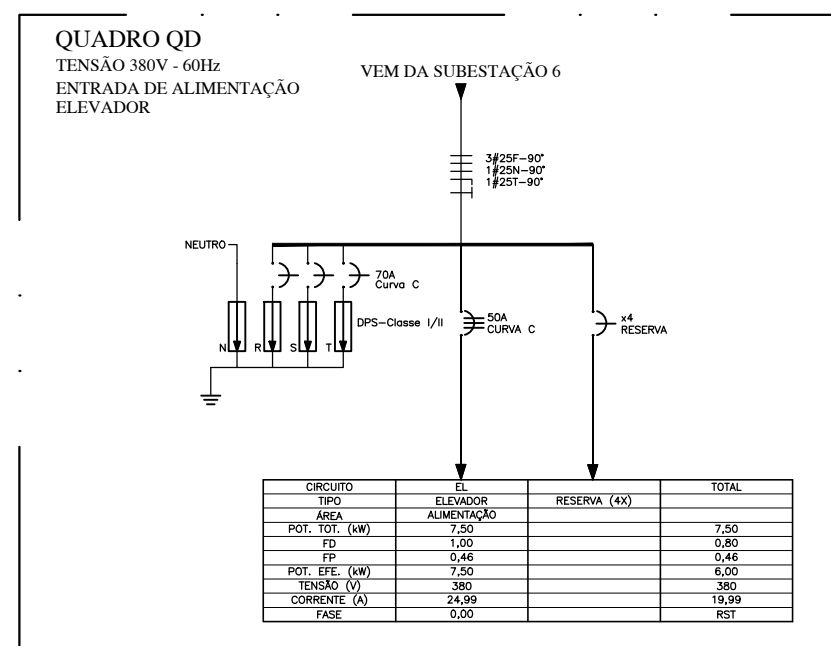
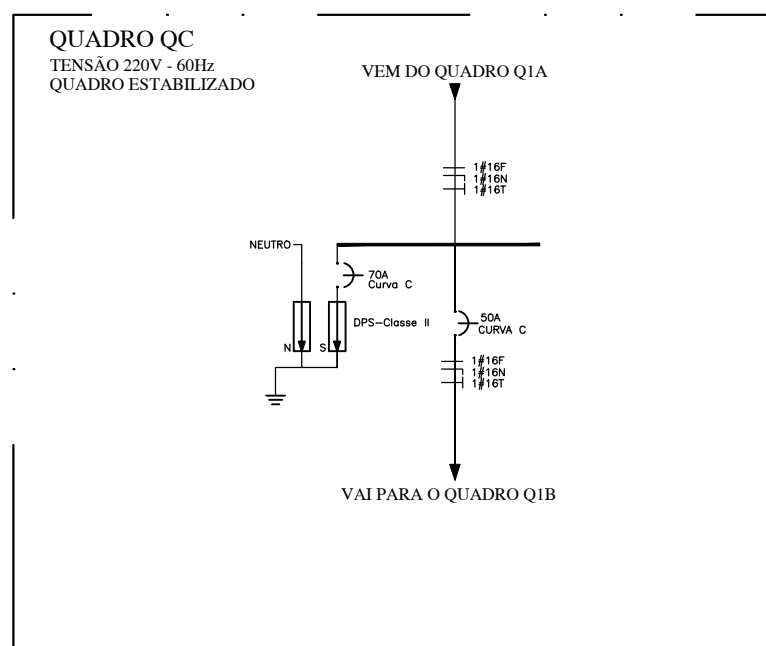
[26] FERGÜTZ, Marcos. **Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas SPDA – NBR 5416-3:2015 Danos Físicos a Estrutura e Perigos à Vida.** Joinville, 2017b. 48 p.

## APÊNDICE A - Entrada de energia



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - ENTRADA DE ENERGIA - PROJETO ELÉTRICO

ESCALA: 1/50



## NOTAS

5. ESTE PROJETO REFERE-SE ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
6. OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC.) NÃO SÃO COTADOS, PORQUE DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
7. ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÓVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
8. TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS, AS MEDIDAS DE ALTURA (INICIADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE À DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO, QUANDO POR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
9. TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO #1".
10. SEQUE ABAXO A NOMENCLATURA DO QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:
- 6.1. QYA – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.
- 6.2. QYB – QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVINDA DO NOBREK.
- 6.3. QC – QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREK.
- 6.4. QD – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
7. A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:
- 7.1. FASE PRETO
- 7.2. NEUTRO AZUL-CLARO
- 7.3. RETORNO AMARELO OU BRANCO
- 7.4. TERRA VERDE-AMARELO
8. TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm<sup>2</sup>.
9. SEQUE ABAXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:
- 9.1. LX – ILUMINAÇÃO;
- 9.2. EM – EQUIPAMENTOS DE EMERGÊNCIA;
- 9.3. TX – TOMADAS;
- 9.4. AC-X – CONDICIONADO;
- 9.5. PC-X – COMPUTADOR.
10. NAS CASAS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE ÁRVO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A 10mm<sup>2</sup> (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE ÁRVO-FUSÃO.
11. TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
12. EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
13. OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
14. OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO A CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA, SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R – VERMELHA, FASE S – AMARELA, FASE T – BRANCA, FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A 10mm<sup>2</sup>.
15. NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A 10mm<sup>2</sup>, UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A 6mm<sup>2</sup>, UTILIZAR TERMINAIS PRE-ISOLADOS.
16. TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAXO:
- 16.1. QUADRO #16mm<sup>2</sup>
- 16.2. LUMINÁRIAS #2,5mm<sup>2</sup>
- 16.3. CARÇAÇA DE EQUIPAMENTOS MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
17. OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (GA). NÃO DEVERÃO SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

## SIMBOLOGIA ELÉTRICA

- CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR PARALELO, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T) + 2 INTERRUPTORES SIMPLES, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
  - FOTOCELULA INSTALADA EM PAREDE + CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM TAMPA CEGA. H=240cm.
  - CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
  - CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
  - PONTO DE REDE LÓGICA COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
  - PONTO DE TELEFONE COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
  - PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM, EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. ALTURA INDICADA EM PLANTA.
  - PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM, EM CAIXA 4x4" COM TAMPA CEGA. H=25cm DO PISO.
  - CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V IP-44 (AQUATIC PIAL), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
  - PONTO DE REDE LÓGICA, COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T), NO TETO.
  - CABO INSTALADO APARENTE, INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
  - ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL, BITOLA #1".
  - ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE, BITOLA #1".
  - ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO, BITOLA #1".
  - ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC, QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA #1" E INSTALAÇÃO APARENTE.
  - DESCIDA DE ELETRODUTO.
  - SUBIDA DE ELETRODUTO.
  - CAIXA DE OCTOGONAL 4" DE PVC, INSTALADA SOBRE O FORRO.
  - ARANDELA DECORATIVA, H=200cm DO PISO.
  - ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ALTURA INDICADA EM PLANTA
  - QUADRO DE FORÇA, H=150cm DO PISO.
  - QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO, H=150cm DO PISO.
  - QUADRO DE COMANDO PARA ILUMINAÇÃO 60x50x20cm COM ABERTURA, H=150cm DO PISO.
  - CAIXA DE PASSAGEM 30x30cm COM ABERTURA, H=150cm DO PISO.
  - CAIXA DE PASSAGEM DE CONCRETO OU TULHOS, 65x41x80cm, TIPO DE TAMPA INDICADA EM PLANTA.
  - CAIXA DE PASSAGEM DE AR-CONDICIONADO, FABRICADA EM ABS, TIPO EMBUTIR, COM TRÊS SAÍDAS, DIM. 145x290X60cm(AXLXP), COM NÍVEL EMBUTIDO, ESTRUTURA MODULAR, INSTALADA 300cm DO PISO..
  - FIAÇÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm<sup>2</sup> (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.
  - CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, PARA ESPERA DE SISTEMA DE CFTV.
  - (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORLINDO DO "0B") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 300cm DO PISO.
  - CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, COM ESPERA DE SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORLINDO DO "0B") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 110cm DO PISO.

## PORTO DE IMBITUBA S.A.

— Titulo

## Reforma da Torre de Controle

—Resp. Técnico

- Descrição

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

IL - Projeto Elétrico  
Entrada de Energia

— End.

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

- Munic. —

Inbituba

Desenho  
Letícia Biachi

Set/18

Desenho

EL\_BT\_EN

Prancha 01 / 08





1. O PROJETO REFERE-SE ÀS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE ESTIBADO.

2. OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC) NÃO SÃO MENSURADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.

3. ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMÓRIA DESCRITIVA E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÚVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.

4. TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS, AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE À DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO, QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.

5. TODOS ELTROTODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO #1".

6. SEQUE ABaixo a NOMENCLATURA DOS QUADROS DE ESPECIFICAÇÕES:

6.1. QYA – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.

6.2. QYB – QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVENI DA NOBREK.

6.3. QC – QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREK.

6.4. QD – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE, PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.

PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.

7. A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:

7.1. FASE PRETO

7.2. NEUTRO AZUL-CLARO

7.3. RETORNO AMARELO OU BRANCO

7.4. TERRA VERDE-AMARELO

8. TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm<sup>2</sup>.

9. SEQUE ABaixo a NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:

9.1. LX – ILUMINAÇÃO;

9.2. EM – ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;

9.3. TX – TOMADAS;

9.4. AC-X – CONDIÇÃOADO;

9.5. PC-X – COMPUTADOR.

10. TODAS AS EMENDAS E DERRAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm<sup>2</sup> (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.

11. TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.

12. EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).

13. OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO, TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.

14. OS CABOS DOS CIRCUITOS TRANSFÉRIS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO A CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA, SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHO; FASE AMARELA; FASE F, BRANCA; PARA IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A #10mm<sup>2</sup>.

15. NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm<sup>2</sup>, UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A #6mm<sup>2</sup>, UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.

16. TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:

16.1. QUADRO #16mm<sup>2</sup>

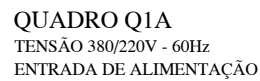
16.2. LUMINÁRIAS #2,5mm<sup>2</sup>

16.3. CARÇAÇA DE EQUIPAMENTOS MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO

17. OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QG), NÃO DEVERÃO SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

- CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR PARALELO, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T) + 2 INTERRUPTORES SIMPLES, EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
- FOTOCÉLULA INSTALADA EM PAREDE + CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM TAMPA CEGA, H=240cm.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2", ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- PONTO DE REDE LÓGICA COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
- PONTO DE TELEFONE COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM, EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA, ALTURA INDICADA EM PLANTA.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM, EM CAIXA 4x4" COM TAMPA CEGA, H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V IP-44 (AQUÁTICA PIAL), EM CAIXA 4x2", H=25cm DO PISO.
- PONTO DE REDE LÓGICA, COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T), NO TETO.
- CABO INSTALADO APARENTE, INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
- ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL, BITOLA ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE, BITOLA ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO, BITOLA ø1".
- ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC, QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA ø1" E INSTALAÇÃO APARENTE.
- DESCIDA DE ELETRODUTO.
- SUBIDA DE ELETRODUTO.
- CAIXA DE OCTOGONAL 4" DE PVC, INSTALADA SOBRE O FORRO.
- ARANDELA DECORATIVA, H=200cm DO PISO.
- ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54, ALTURA INDICADA EM PLANTA
- QUADRO DE FORÇA, H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO, H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE COMANDO PARA ILUMINAÇÃO 60x50x20cm COM ABERTURA, H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 30x30cm COM ABERTURA, H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM DE CONCRETO OU TULHOS, 65x41x80cm, TIPO DE TAMPA INDICADA EM PLANTA.
- CAIXA DE PASSAGEM DE AR-CONDICIONADO, FABRICADA EM ABS, TIPO EMBUTIR, COM TRÊS SAÍDAS, DIM. 145X290X60mm (XLXP), COM NÍVEL EMBUTIDO, ESTRUTURA MODULAR, INSTALADA 300cm DO PISO..
- FIAÇÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm<sup>2</sup> (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.
- CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, PARA ESPERA DE SISTEMA DE CFTV. (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORINDO DO "0B") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 300cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, COM ESPERA DE SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORINDO DO "0B") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 110cm DO PISO.

ESCALA: 1/50



# Reforma da Torre de Controle

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

EL - Projeto Elétrico  
1º Pavimento - Térreo

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Inbituka

Desenho —————  
Letícia Biachi

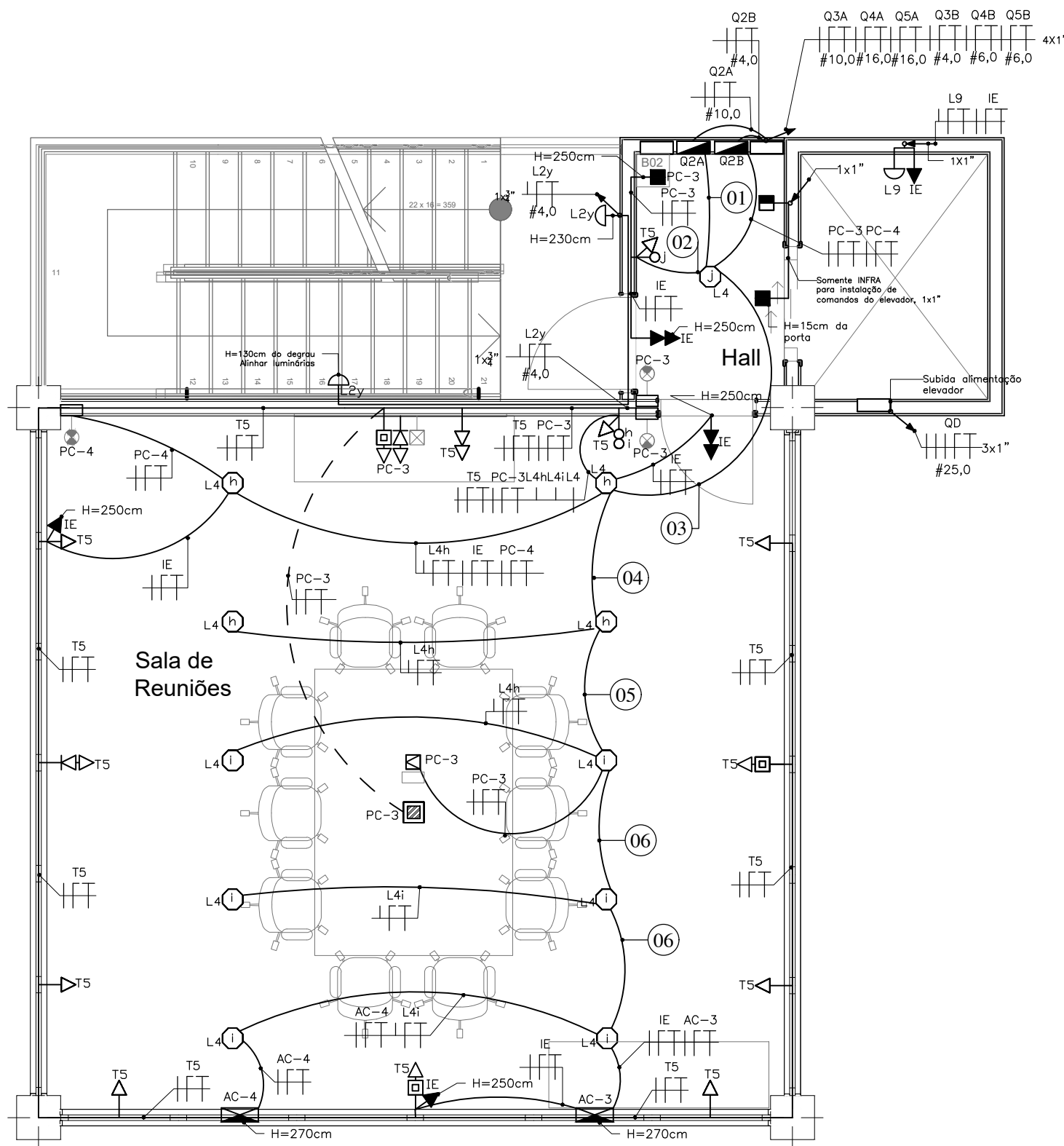
Set/18

Desenho  
EL\_BT

Prancha 02 / 08



# APÊNDICE C – Projeto elétrico de baixa tensão – Segundo pavimento



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - 2º PAVIMENTO - PROJETO ELÉTRICO

ESCALA: 1/50

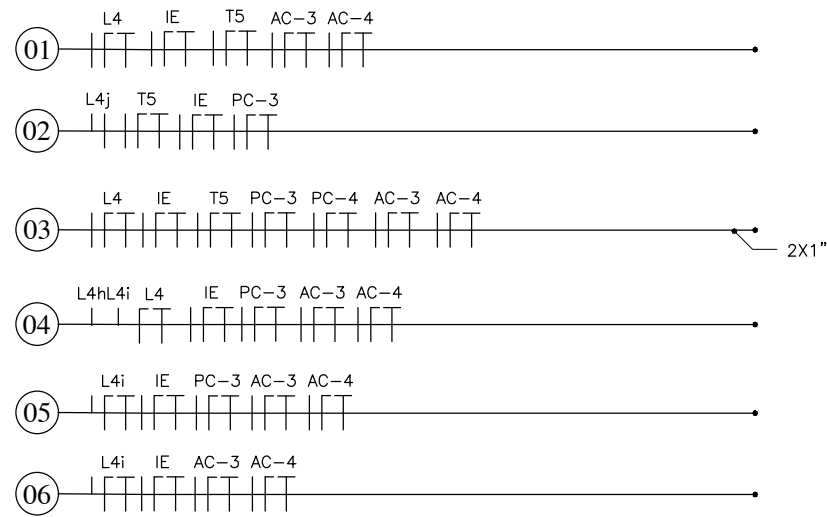
## SIMBOLOGIA ELÉTRICA

- CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES. EM CAIXA 4x2". H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 2 INTERRUPTORES SIMPLES. EM CAIXA 4x2". H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- PONTO DE REDE LÓGICA COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- PONTO DE TELEFONE COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. ALTURA INDICADA EM PLANTA.
- CAIXA DE PISO COM 2 TOMADAS 220V (2P+T) + 2 TOMADAS RJ45. COM TAMPA.
- PONTO DE REDE LÓGICA. COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T), NO TETO.
- CABO INSTALADO APARENTE. INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
- ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC. QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA Ø1" E INSTALAÇÃO APARENTE.
- DESCIDA DE ELETRODUTO.
- SUBIDA DE ELETRODUTO.
- CAIXA DE OCTOGONAL 4" DE PVC. INSTALADA SOBRE O FORRO.
- ARANELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54. ALTURA INDICADA EM PLANTA.
- QUADRO DE FORÇA. H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 30x30cm COM ABERTURA 180 GRAUS. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM DE CONCRETO OU TJOLOS. 65x41x80cm. TIPO DE TAMPA INDICADA EM PLANTA.
- CAIXA DE PASSAGEM DE AR-CONDICIONADO, FABRICADA EM ABS, TIPO EMBUTIR, COM TRÊS SAÍDAS, DIM. 145X290X60MM(AXLXP), COM NÍVEL EMBUTIDO, ESTRUTURA MODULAR, INSTALADA 300cm DO PISO.
- FIAÇÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm² (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.
- CAM
- CON

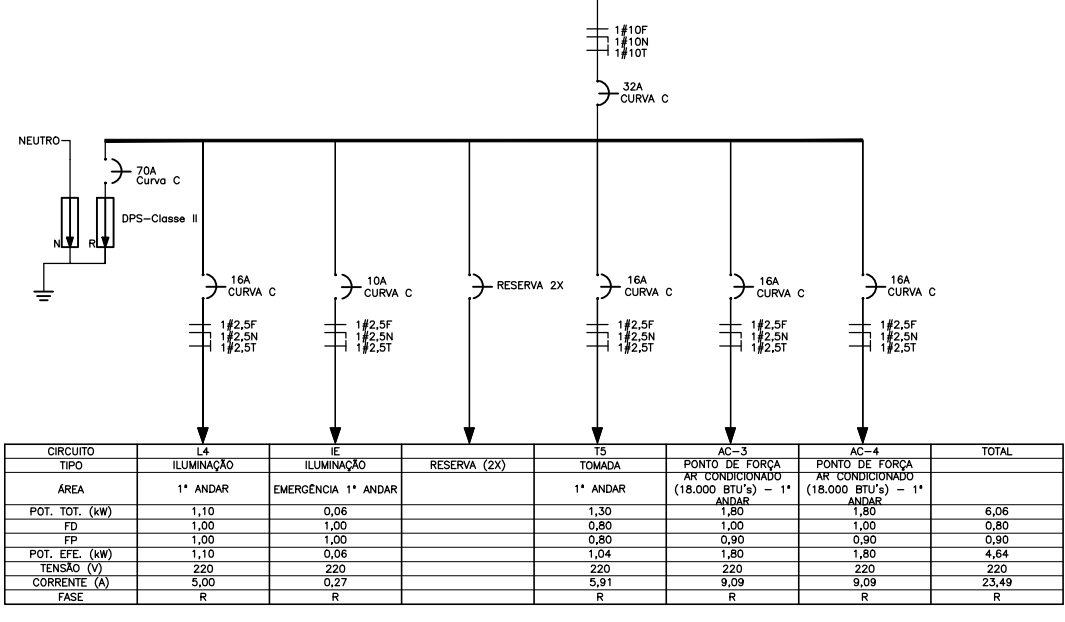
## NOTAS

- ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
- OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
- ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÚVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
- TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS. AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO. QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO Ø1".
- SEGU ABAIXO A NOMENCLATURA DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:
  - 6.1. QYA - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.
  - 6.2. QYB - QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVENIDA DE NOBREAK.
  - 6.3. QC - QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.
  - 6.4. QD - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
- A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:
  - 7.1. FASE - PRETO
  - 7.2. NEUTRO - AZUL-CLARO
  - 7.3. RETORNO - AMARELO OU BRANCO
  - 7.4. TERRA - VERDE-AMARELO
- TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm².
- SEGU ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:
  - 9.1. LX - ILUMINAÇÃO;
  - 9.2. IE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;
  - 9.3. TX - TOMADAS;
  - 9.4. AC-X - AR CONDICIONADO;
  - 9.5. PC-X - COMPUTADOR.
- TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm² (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
- TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
- EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
- OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
- OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO À CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA. FASE S, AMARELA. FASE T, BRANCA. FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A #10mm².
- NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm², UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A 6mm², UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.
- TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:
  - 16.1. QUADRO - #16mm²
  - 16.2. LUMINÁRIAS - #2,5mm²
  - 16.3. CARGA DE EQUIPAMENTOS - MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
- OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

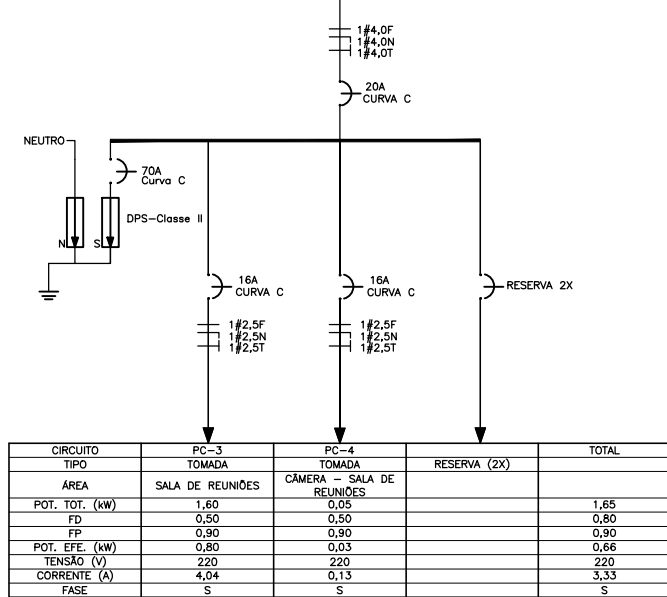
## NOTA DE FIAÇÃO



QUADRO Q2A  
TENSÃO 220V - 60Hz  
ENTRADA DE ALIMENTAÇÃO



QUADRO Q2B  
TENSÃO 220V - 60Hz  
QUADRO ESTABILIZADO



## PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título

Reforma da Torre de Controle

Resp. Técnico

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

Descrição

EL - Projeto Elétrico  
2º Pavimento - Sala de Reunião

End.

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Munic.

Imbituba

Desenho

Leticia Biachi

Data

Set/18

Desenho

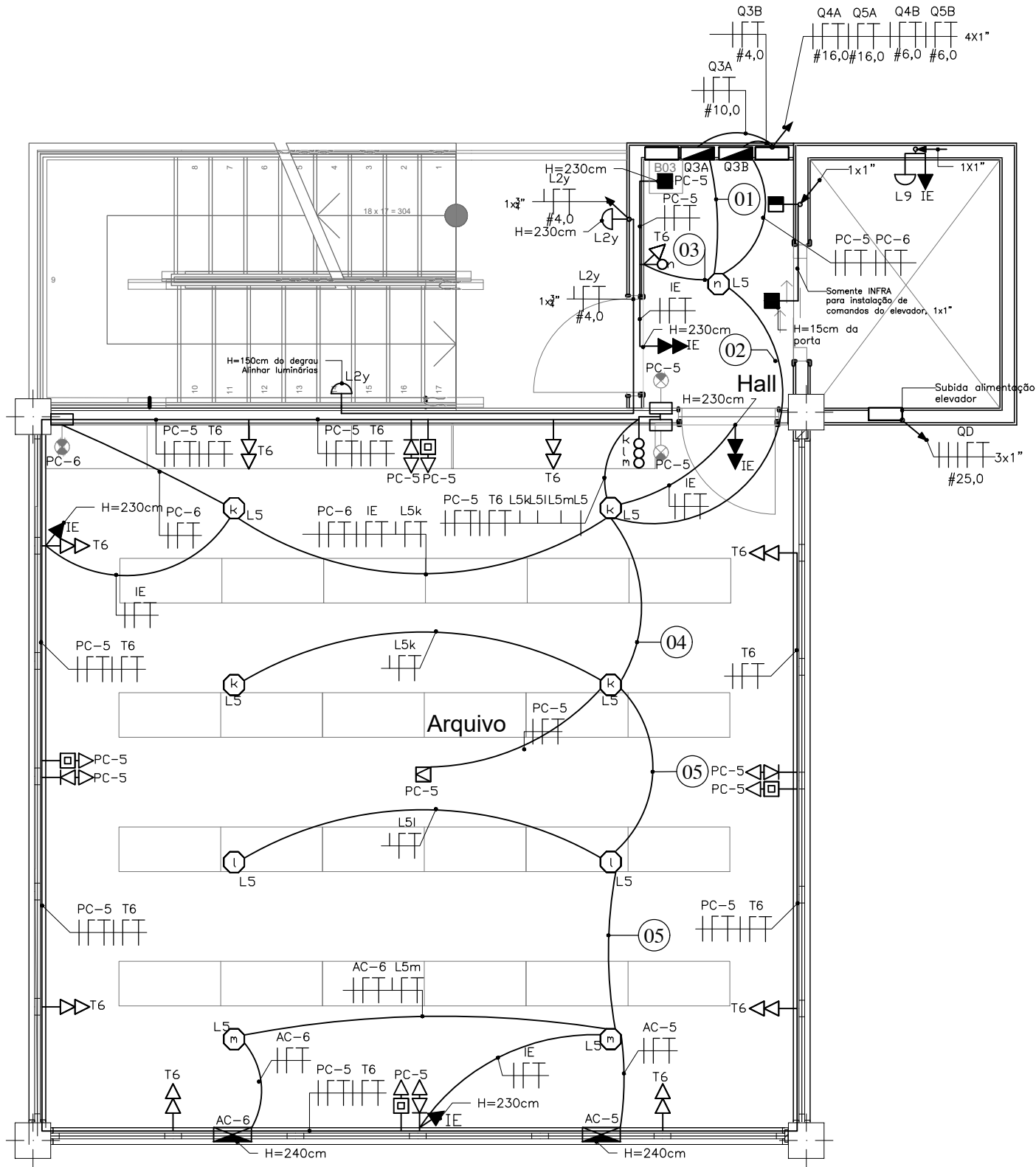
EL\_BT\_PV2

Prancha

03 / 08



APÊNDICE D – Projeto elétrico de baixa tensão – Terceiro pavimento



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - 3º PAVIMENTO - PROJETO ELÉTRICO  
ESCALA: 1/50

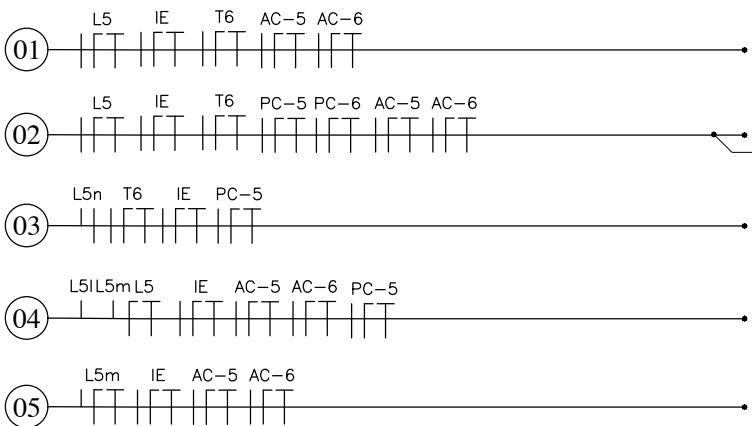
SIMBOLOGIA ELÉTRICA

- CONJUNTO DE 1 INTERRUPTOR SIMPLES. EM CAIXA 4x2". H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 2 INTERRUPTORES SIMPLES. EM CAIXA 4x2". H=110cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- CONJUNTO DE 2 TOMADAS 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- PONTO DE REDE LÓGICA COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- PONTO DE TELEFONE COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T) EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. ALTURA INDICADA EM PLANTA.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=25cm DO PISO.
- PONTO DE REDE LÓGICA. COM PONTO DE TOMADA 10A 220V (2P+T), NO TETO.
- CABO INSTALADO APARENTE. INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
- ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC. QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA Ø1" E INSTALAÇÃO APARENTE.
- DESCIDA DE ELETRODUTO.
- SUBIDA DE ELETRODUTO.
- CAIXA DE OTOGONAL 4" DE PVC. INSTALADA SOBRE O FORRO.
- ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54. ALTURA INDICADA EM PLANTA
- QUADRO DE FORÇA. H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 30x30cm COM ABERTURA. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM DE CONCRETO OU TIJOLOS. 65x41x80cm. TIPO DE TAMPA INDICADA EM PLANTA.
- CAIXA DE PASSAGEM DE AR-CONDICIONADO, FABRICADA EM ABS, TIPO EMBUTIR, COM TRÊS SAÍDAS, DIM. 145X290X60MM(AXLXP), COM NÍVEL EMBUTIDO, ESTRUTURA MODULAR, INSTALADA 300cm DO PISO..
- FIAÇÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm² (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.
- CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, PARA ESPERA DE SISTEMA DE CFTV. (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORIUNDO DO "QB") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 300cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM ESPELHO CEGO, COM ESPERA DE SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO (CABO UTP CAT6 COM TERMINAL RJ45 E PONTO DE FORÇA ELÉTRICO ORIUNDO DO "QB") QUANDO NÃO ESPECIFICADO, ALTURA DE MONTAGEM A 110cm DO PISO.

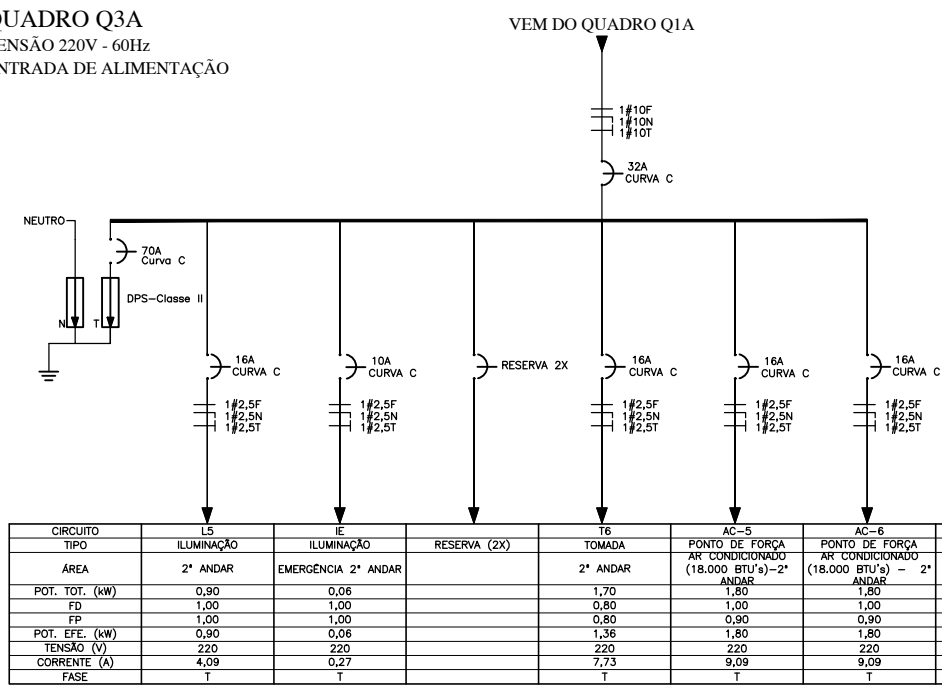
NOTAS

- ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
- OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
- ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÓVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
- TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS. AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO. QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO Ø1".
- SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:
  - 9.1. QYA - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.
  - 9.2. QYB - QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVINDA DE NOBREAK.
  - 9.3. QC - QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.
  - 9.4. QD - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
- A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEQUINTE PADRÃO DE CORES:
  - 7.1. FASE - PRETO
  - 7.2. NEUTRO - AZUL-CLARO
  - 7.3. RETORNO - AMARELO OU BRANCO
  - 7.4. TERRA - VERDE-AMARELO
- TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm².
- SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:
  - 9.1. LX - ILUMINAÇÃO;
  - 9.2. IE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;
  - 9.3. TX - TOMADAS;
  - 9.4. AC-X - AR-CONDICIONADO;
  - 9.5. PC-X - COMPUTADOR.
- TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL À #10mm² (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
- TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
- EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
- OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
- OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO À CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEQUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA, FASE S, AMARELA, FASE T, BRANCA. FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS À #10mm².
- NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL À #10mm², UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL À 6mm², UTILIZAR TERMINAIS PRE-ISOLADOS.
- TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:
  - 16.1. QUADRO - #16mm²
  - 16.2. LUMINÁRIAS - #2,5mm²
  - 16.3. CARCAÇA DE EQUIPAMENTOS - MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
- OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

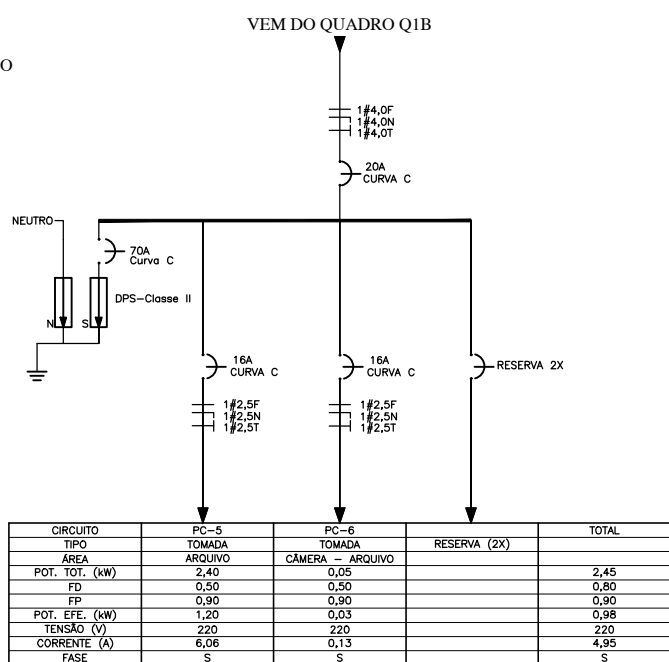
NOTA DE FIAÇÃO



QUADRO Q3A  
TENSÃO 220V - 60Hz  
ENTRADA DE ALIMENTAÇÃO



QUADRO Q3B  
TENSÃO 220V - 60Hz  
QUADRO ESTABILIZADO



PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título

Reforma da Torre de Controle

Resp. Técnico

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

Descrição

EL - Projeto Elétrico  
3º Pavimento - Arquivo

End.

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Munic.

Imbituba

Desenho

Leticia Biachi

Data

Set/18

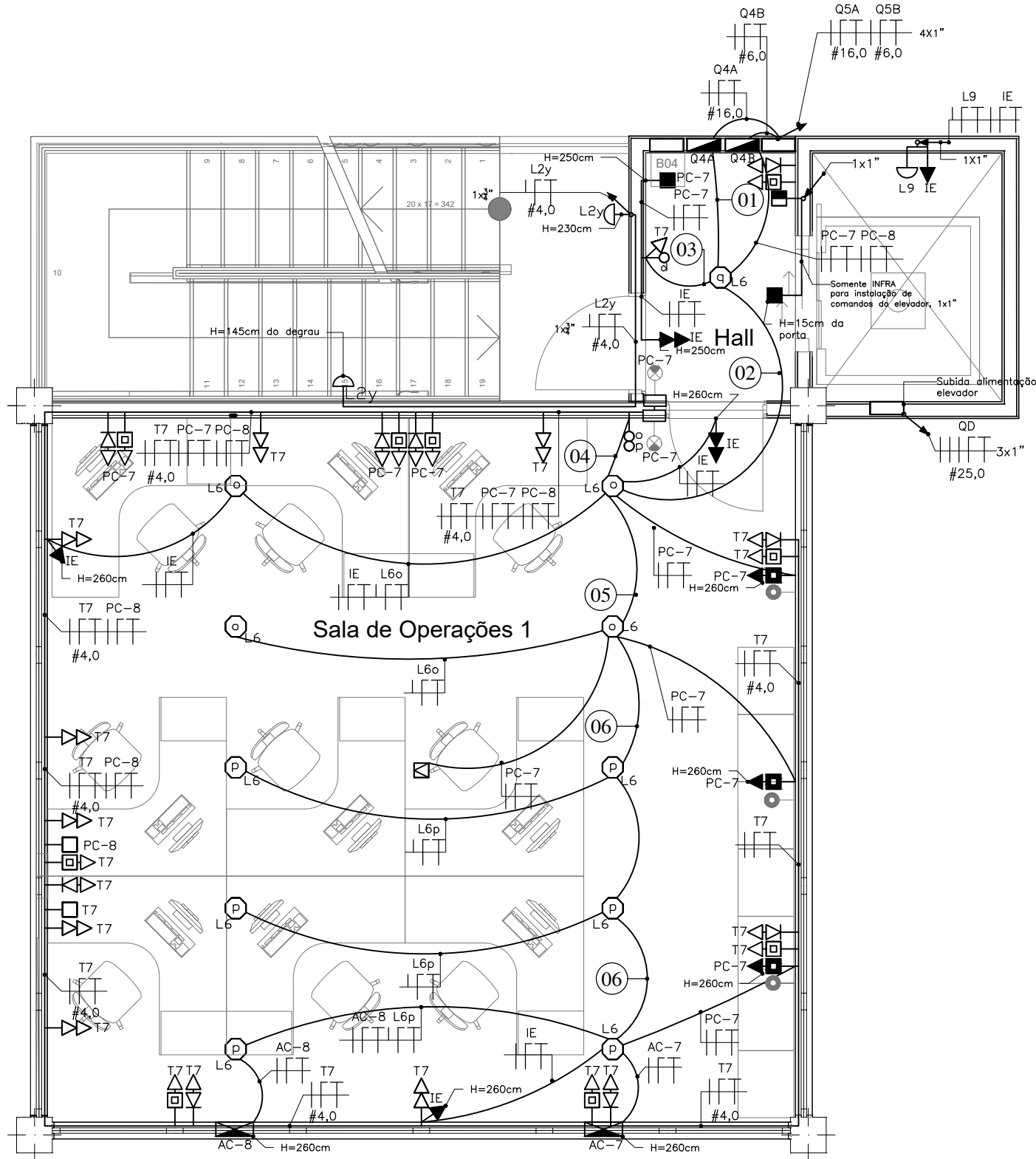
Desenho

EL\_BT\_PV3

Prancha

04 / 08

APÊNDICE E – Projeto elétrico de baixa tensão – Quarto pavimento



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - 4º PAVIMENTO - PROJETO ELÉTRICO

ESCALA: 1/50

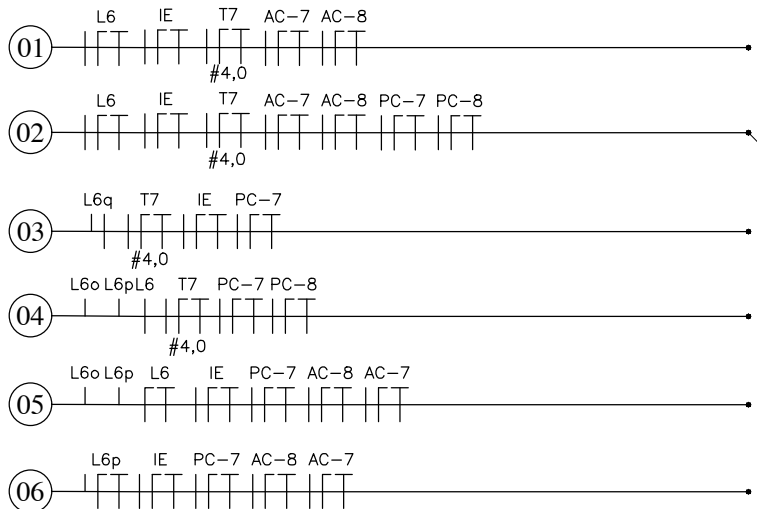
SIMBOLOGIA ELÉTRICA



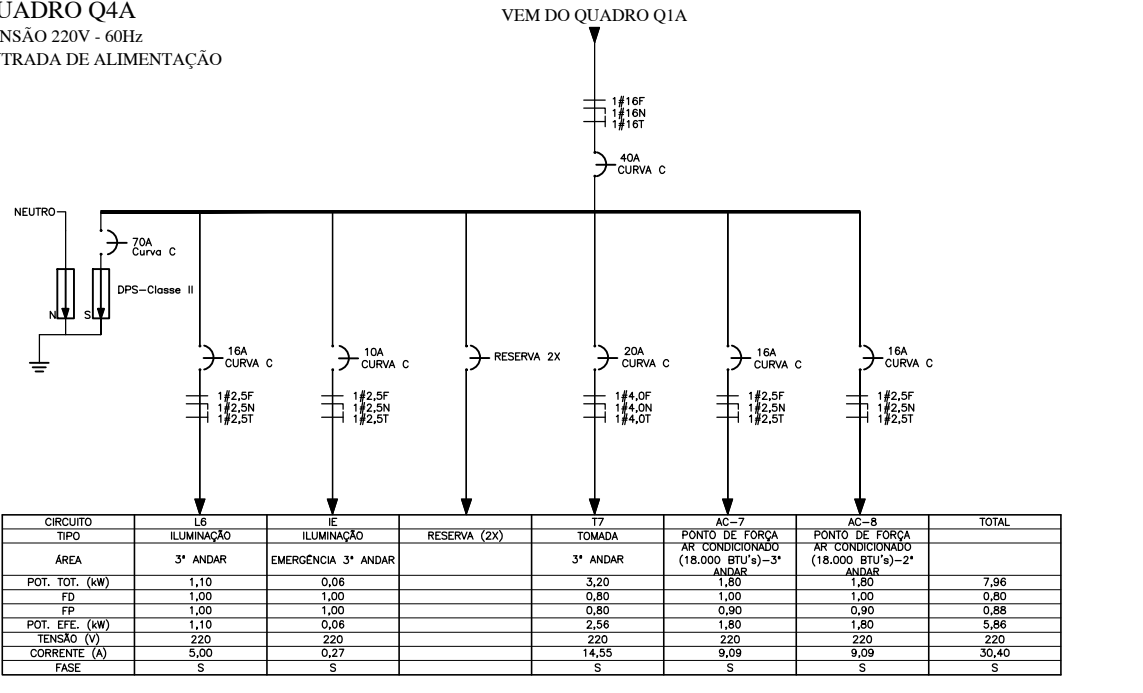
NOTAS

1. ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
2. OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
3. ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÚVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
4. TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS. AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO. QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
5. TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO  $\phi 1"$ .
6. SEGUE ABAIXO A NOMENCLATURA DO QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:  
6.1. QYA - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.  
6.2. QYB - QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVINDA DE NOBREAK.  
6.3. QC - QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.  
6.4. QD - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
7. A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:  
7.1. FASE - PRETO  
7.2. NEUTRO - AZUL-CLARO  
7.3. RETORNO - AMARELO OU BRANCO  
7.4. TERRA - VERDE-AMARELO
8. TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO  $\#2,5mm^2$ .
9. SEGUE ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:  
9.1. LX - ILUMINAÇÃO;  
9.2. IE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;  
9.3. TX - TOMADAS;  
9.4. AC-X - AR CONDICIONADO;  
9.5. PC-X - COMPUTADOR.
10. TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A  $\#10mm^2$  (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
11. TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
12. EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
13. OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
14. OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO A CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA. FASE S, AMARELA. FASE T, BRANCA. FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A  $\#10mm^2$ .
15. NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A  $\#10mm^2$ , UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A  $\#6mm^2$ , UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.
16. TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:  
16.1. QUADRO -  $\#16mm^2$   
16.2. LUMINÁRIAS -  $\#2,5mm^2$   
16.3. CARÇA DE EQUIPAMENTOS - MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
17. OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

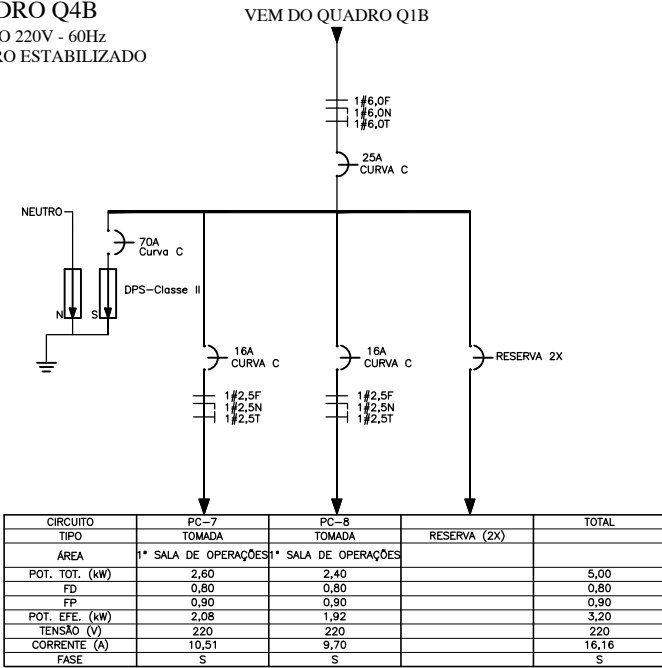
NOTA DE FIAÇÃO



QUADRO Q4A  
TENSÃO 220V - 60Hz  
ENTRADA DE ALIMENTAÇÃO



QUADRO Q4B  
TENSÃO 220V - 60Hz  
QUADRO ESTABILIZADO



PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título

Reforma da Torre de Controle

Resp. Técnico

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

Descrição

EL - Projeto Elétrico  
4º Pavimento - 1ª Sala de Operações

End.

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Munic.

Imbituba

Desenho

Leticia Blachi

Data

Set/18

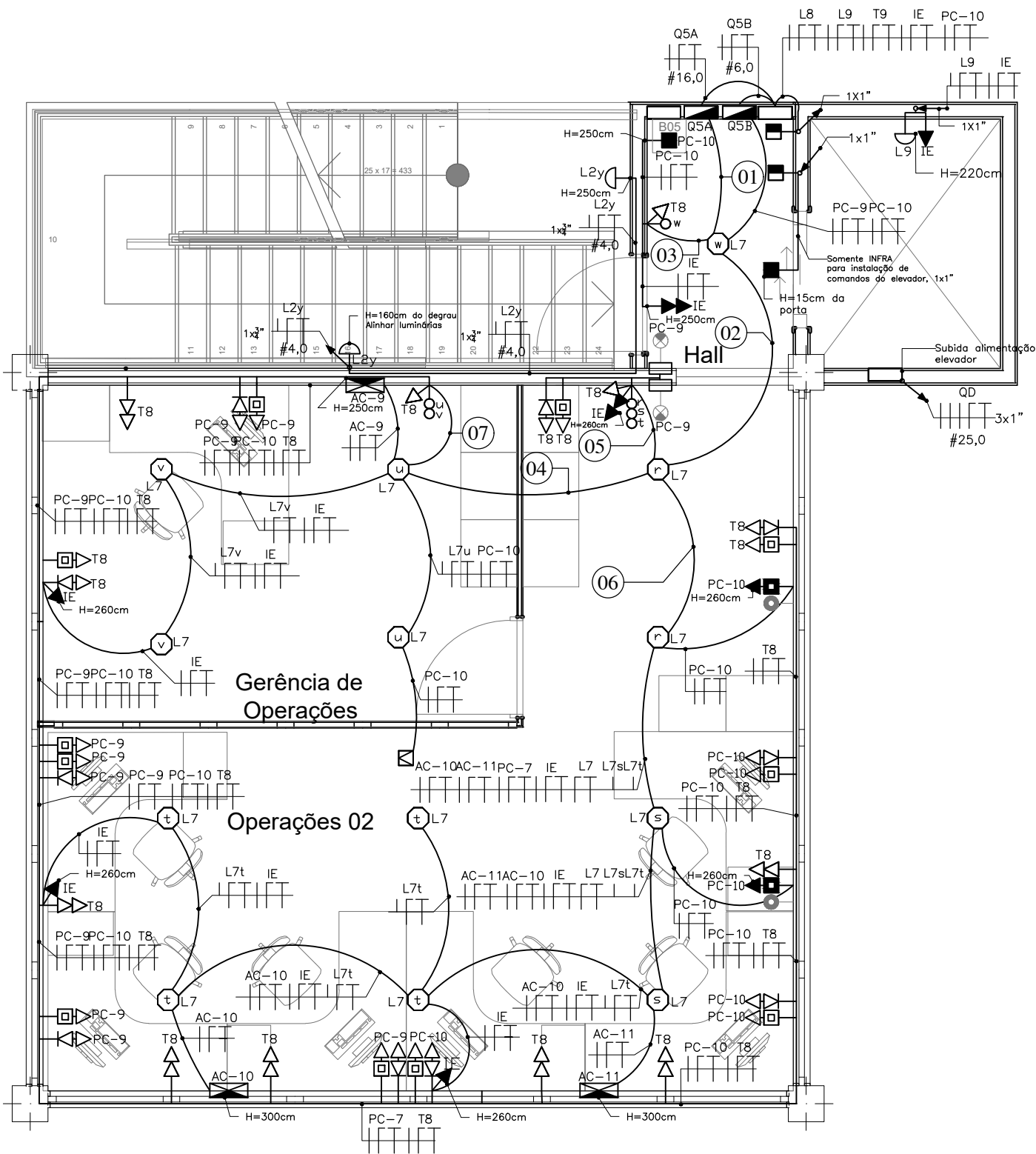
Desenho

EL\_BT\_PV4

Prancha

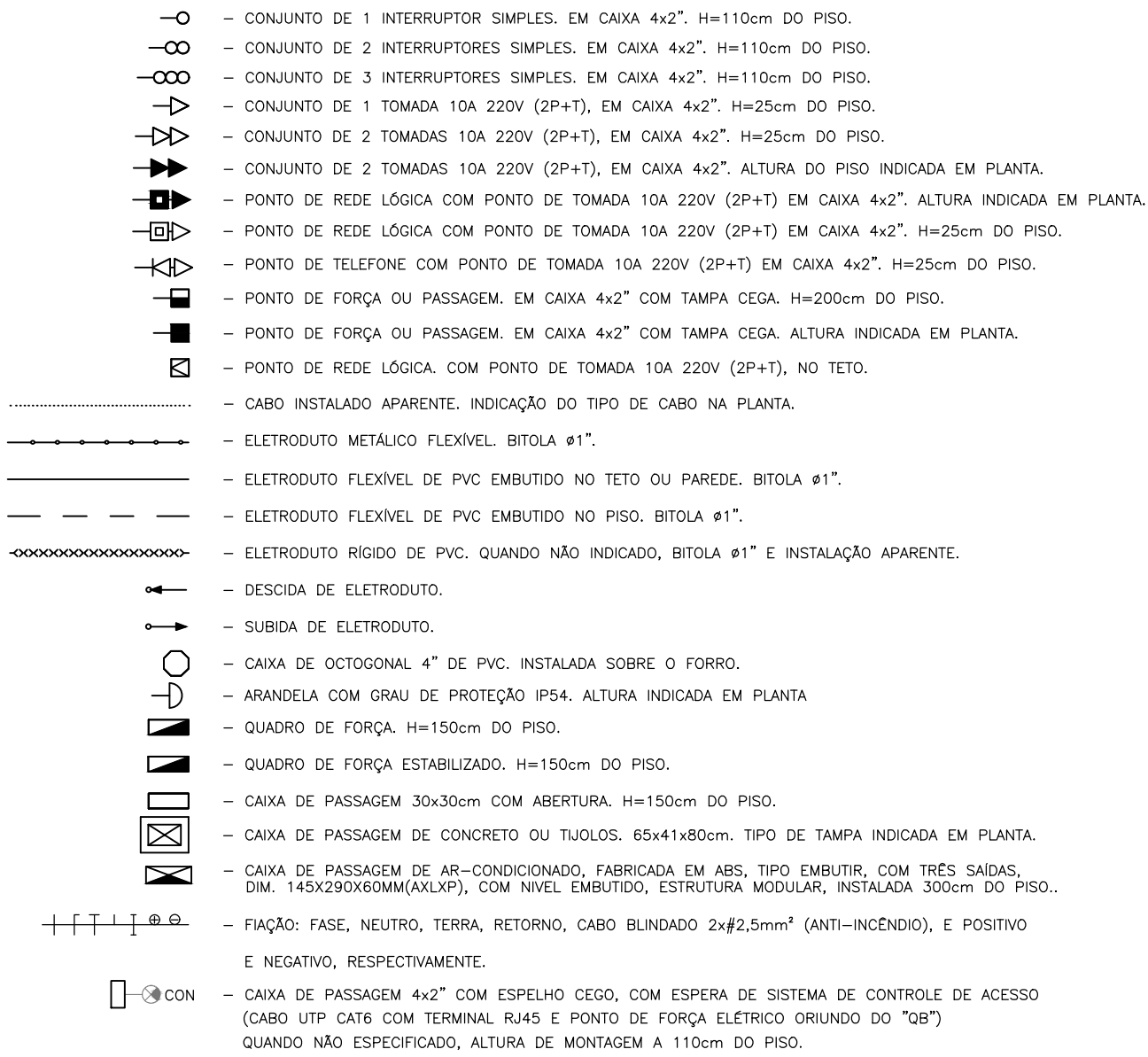
05 / 08

APÊNDICE F – Projeto elétrico de baixa tensão – Quinto pavimento



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - 5º PAVIMENTO - PROJETO ELÉTRICO  
ESCALA: 1/50

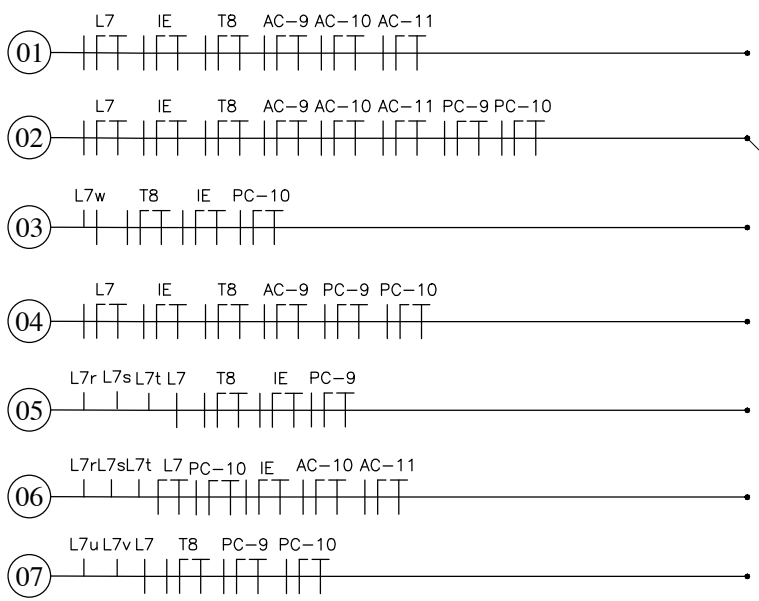
SIMBOLOGIA ELÉTRICA



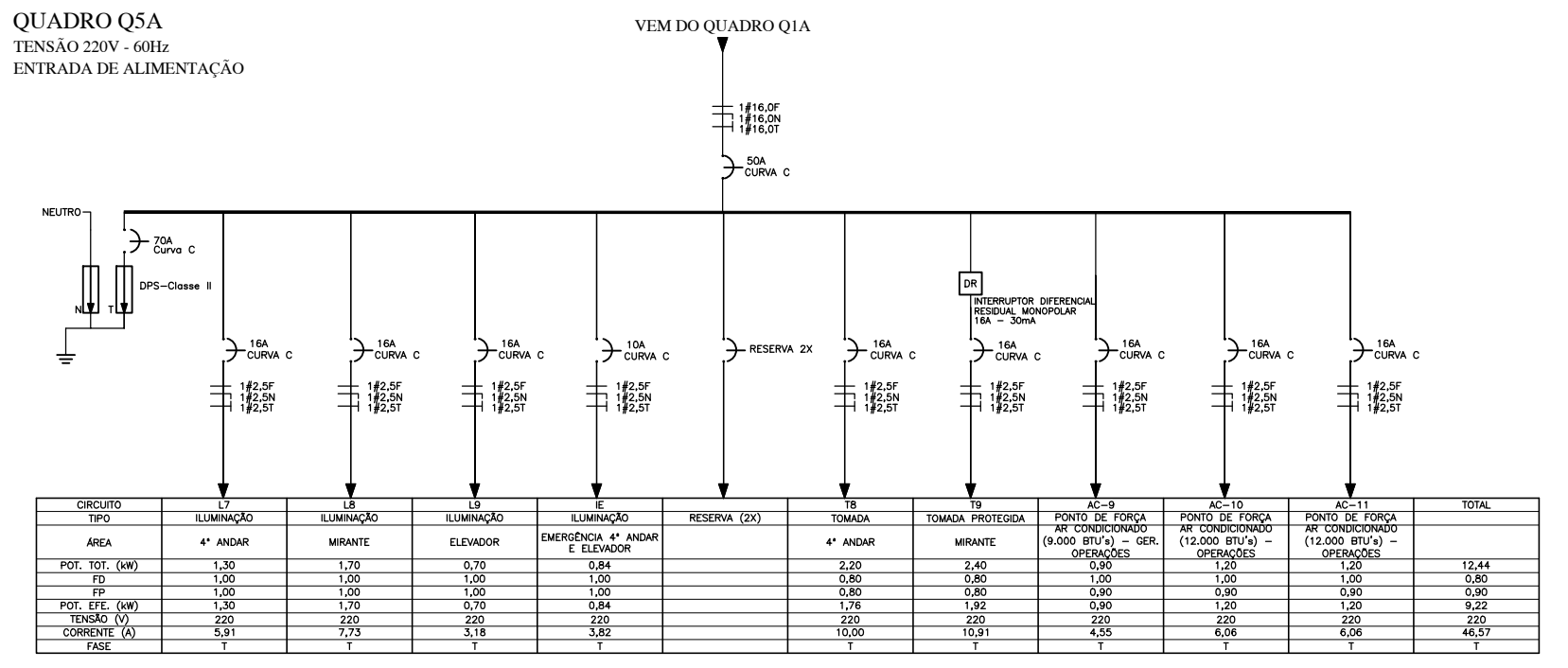
NOTAS

- ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
  - OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
  - ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÚVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
  - TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS. AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO, QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
  - TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO  $\phi 1"$ .
  - SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:  
6.1. QYA - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.  
6.2. QYB - QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVENIENTE DE NOBREAK.  
6.3. QY - QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.  
6.4. QD - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
- A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:  
7.1. FASE - PRETO  
7.2. NEUTRO - AZUL-CLARO  
7.3. RETORNO - AMARELO OU BRANCO  
7.4. TERRA - VERDE-AMARELO
  - TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO  $\#2,5mm^2$ .
  - SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:  
9.1. LX - ILUMINAÇÃO;  
9.2. IE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;  
9.3. TX - TOMADAS;  
9.4. AC-X - AR CONDICIONADO;  
9.5. PC-X - COMPUTADOR.
  - TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A  $\#10mm^2$  (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
  - TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
  - EM TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
  - OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
  - OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO À CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA; FASE S, AMARELA; FASE T, BRANCA; FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A  $\#10mm^2$ .
  - NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A  $\#10mm^2$ , UTILIZAR CONECTORES À COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A  $6mm^2$ , UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.
  - TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:  
16.1. QUADRO -  $\#16mm^2$   
16.2. LUMINÁRIAS -  $\#2,5mm^2$   
16.3. CARCAÇA DE EQUIPAMENTOS - MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
  - OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

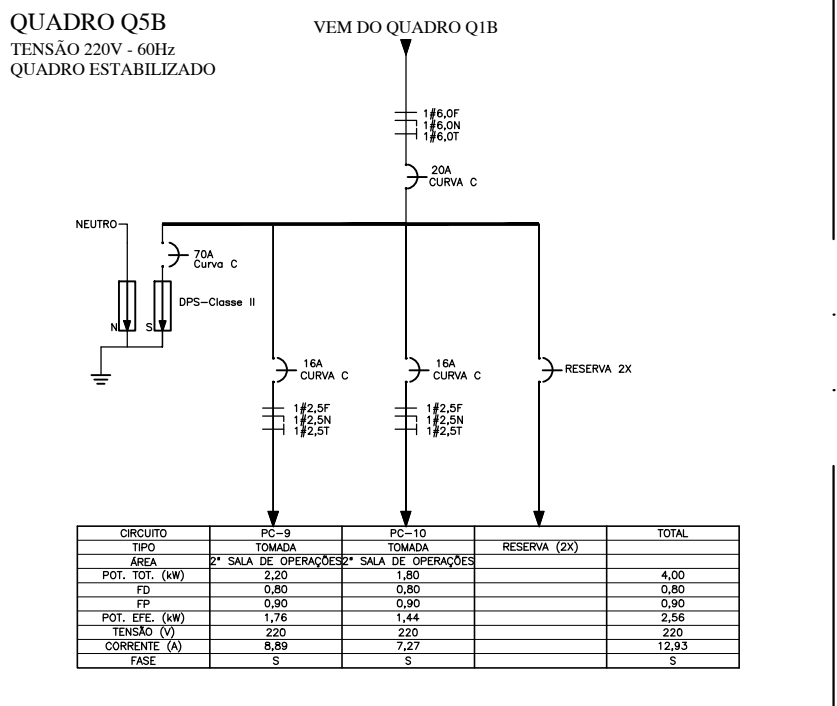
NOTA DE FIAÇÃO



QUADRO Q5A  
TENSÃO 220V - 60Hz  
ENTRADA DE ALIMENTAÇÃO



QUADRO Q5B  
TENSÃO 220V - 60Hz  
QUADRO ESTABILIZADO

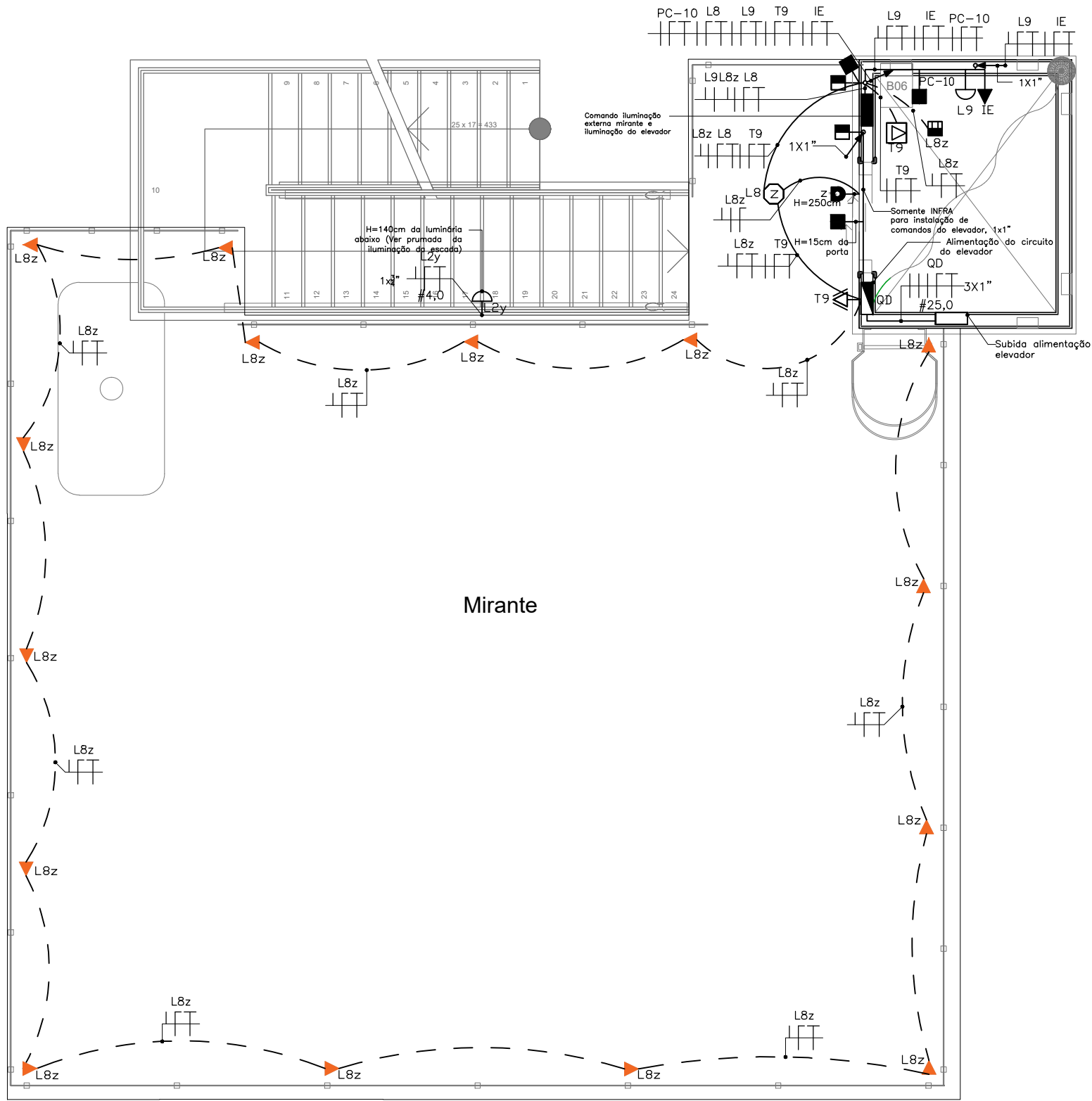


PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título	
Reforma da Torre de Controle	
Resp. Técnico	Descrição
Eng. Luiz Gustavo Piucco CREA - SC n.º 133805-3	EL - Projeto Elétrico 5º Pavimento - 2ª Sala de Operações
End.	Munic.
Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária	Imbituba
Desenho	Data
Letícia Biachi	Set/18
Desenho	Prancha
EL_BT_PV5	06 / 08



APÊNDICE G – Projeto elétrico de baixa tensão – Mirante



PLANTA BAIXA - TORRE DE CONTROLE - 6º PAVIMENTO - PROJETO ELÉTRICO  
ESCALA: 1/50

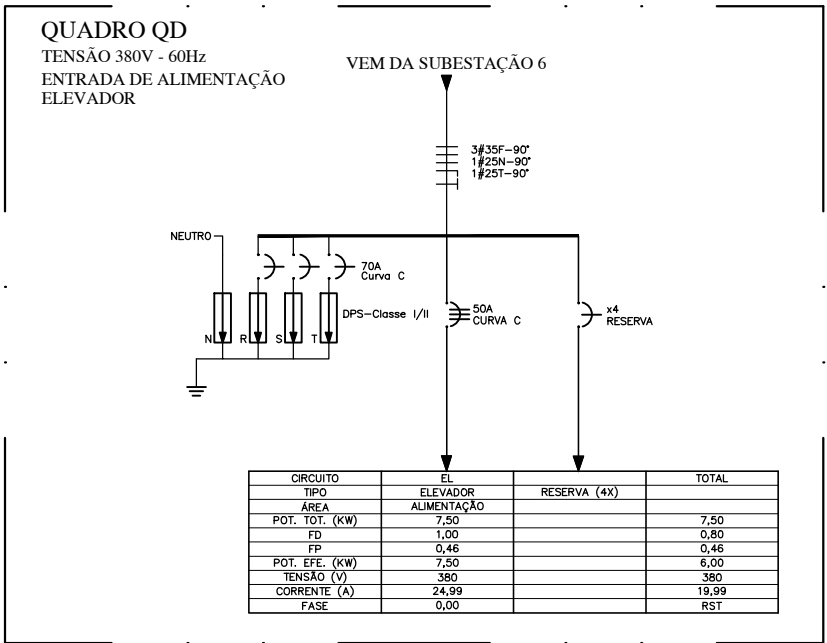
SIMBOLOGIA ELÉTRICA

- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V (2P+T), EM CAIXA 4x2". ALTURA DO PISO INDICADA EM PLANTA.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V IP=44 (AQUATIC PIAL), EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=110cm DO PISO.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=200cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM EM ALUMÍNIO 20x20cm COM TAMPA CEGA COM DUAS TOMADAS. INSTALADA EM CHÃO. PROTEÇÃO IP=54.
- BALIZADOR
- REFLETOR INSTALADO EM CHÃO
- CAIXA DE OCTOGONAL 4" DE PVC. INSTALADA SOBRE O FORRO.
- ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54. ALTURA INDICADA EM PLANTA
- FOTOCÉLULA INSTALADA EM PAREDE + CAIXA DE PASSAGEM 4X2" COM TAMPA CEGA. H=200cm.
- CABO INSTALADO APARENTE. INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
- ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO. BITOLA Ø1".
- ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC. QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA Ø1" E INSTALAÇÃO APARENTE.
- DESCIDA DE ELETRODUTO.
- SUBIDA DE ELETRODUTO.
- QUADRO DE FORÇA. H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO. H=150cm DO PISO.
- QUADRO DE COMANDO PARA ILUMINAÇÃO 60x50x20cm COM ABERTURA. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM 30x30cm COM ABERTURA. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM DE CONCRETO OU TUALOS. 65x41x80cm. TIPO DE TAMPA INDICADA EM PLANTA.
- CAIXA DE PASSAGEM DE AR-CONDICIONADO, FABRICADA EM ABS, TIPO EMBUTIR, COM TRÊS SAÍDAS, DIM. 145x290x60MM(AXLXP), COM NÍVEL EMBUTIDO, ESTRUTURA MODULAR, INSTALADA 300cm DO PISO..
- FAIXÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm² (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.

OBSERVAÇÃO:  
1 - QUALQUER ESPECIFICAÇÃO OU UTILIZAÇÃO DIFERENTE PARA QUALQUER DOS SIMBOLOS ACIMA, SERÁ ESPECIFICADO EM PLANTA. PARA A CORRETA INSTALAÇÃO CONSIDERAR O PROJETO COMO UM TODO (PLANTAS, DETALHES, RELAÇÃO DE MATERIAIS E MEMORIAL DESCRITIVO).

NOTAS

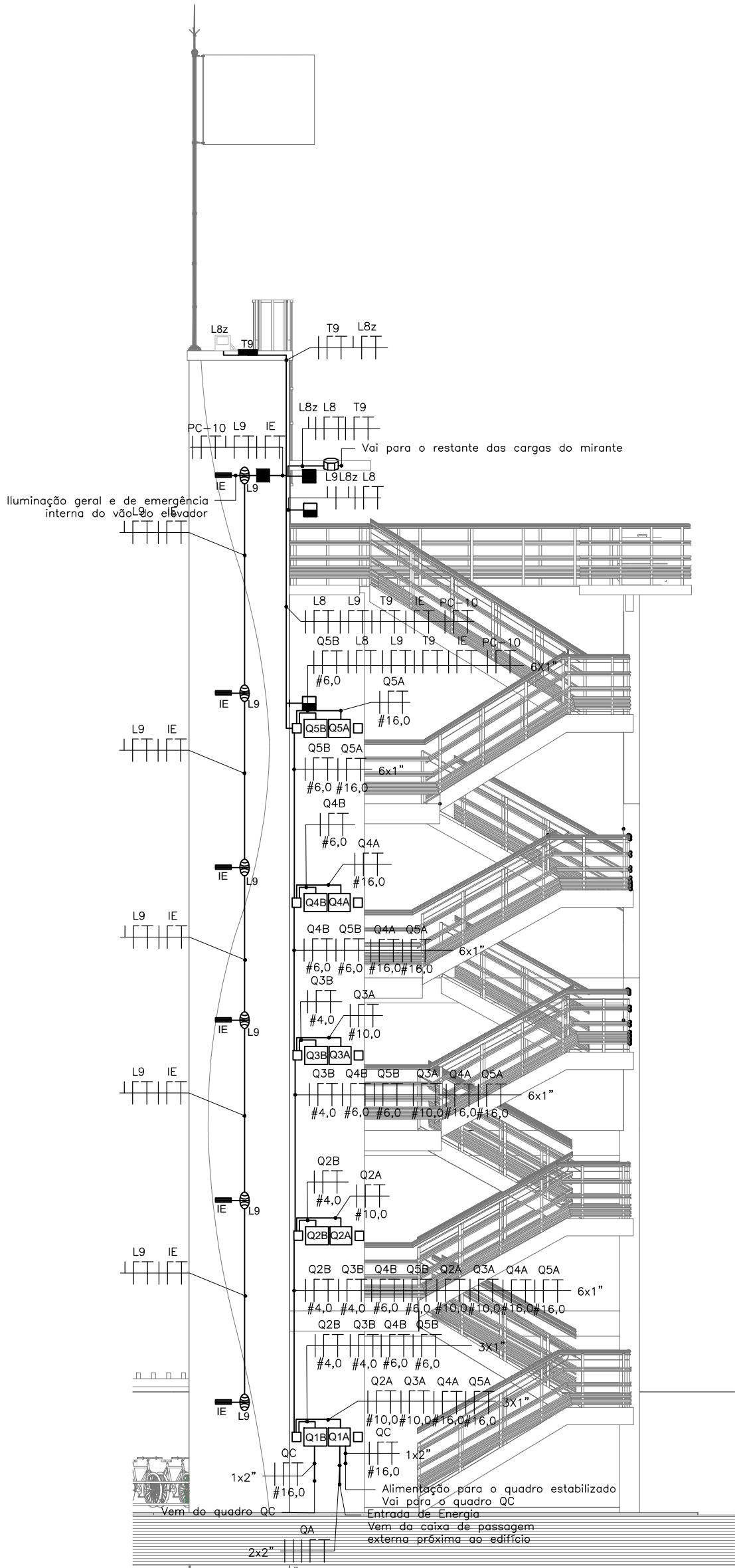
- ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
- OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
- ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÚVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
- TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS. AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO. QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO Ø1".
- SEQUE ABAIXO A NOMENCLATURA DO QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:  
6.1. QYA - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.  
6.2. QYS - QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVINDA DE NOBREAK.  
6.3. QC - QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.  
6.4. QD - QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
- A FAIXÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:  
7.1. FASE - PRETO  
7.2. NEUTRO - AZUL-CLARO  
7.3. RETORNO - AMARELO OU BRANCO  
7.4. TERRA - VERDE-AMARELO
- TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm².
- SEQUE ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:  
9.1. LX - ILUMINAÇÃO;  
9.2. IE - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;  
9.3. TX - TOMADAS;  
9.4. AC-X - AR-CONDICIONADO;  
9.5. PC-X - COMPUTADOR.
- TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm² (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
- TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
- EM TODOS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
- OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
- OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO À CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA, FASE S, AMARELA, FASE T, BRANCA. FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A #10mm².
- NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm², UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A 6mm², UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.
- TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:  
16.1. QUADRO #16mm²  
16.2. LUMINÁRIAS #2,5mm²  
16.3. CARCAÇA DE EQUIPAMENTOS MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
- OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.



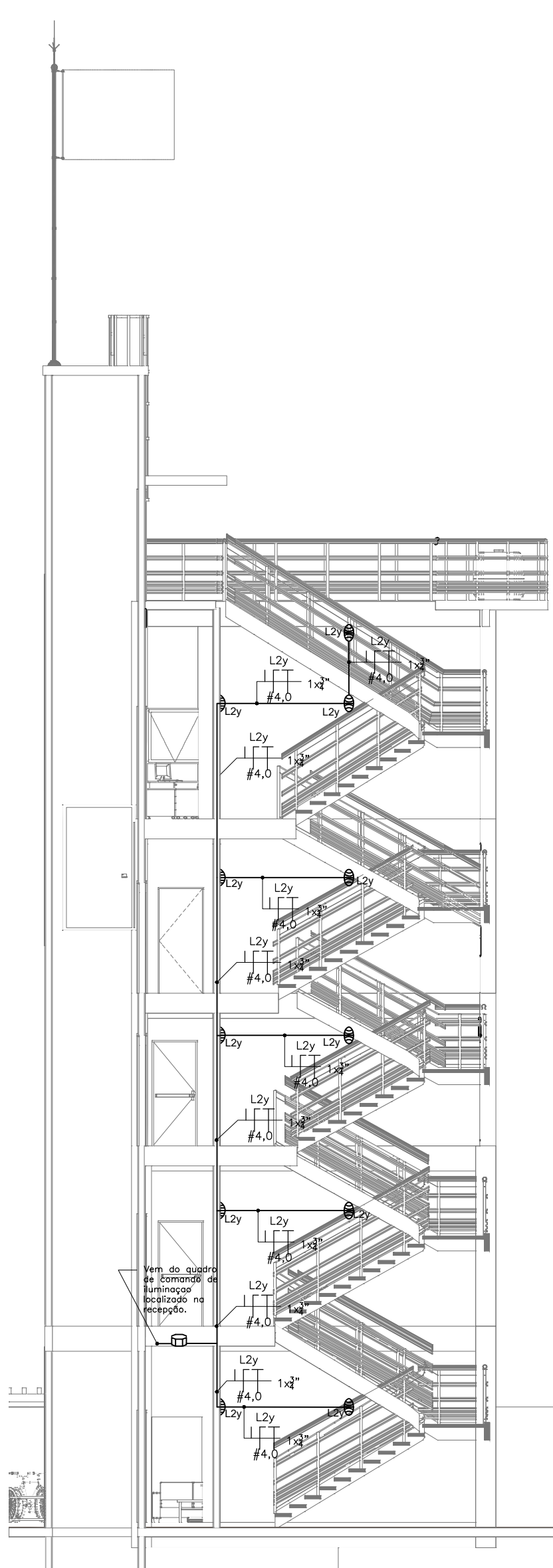
PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título			
Reforma da Torre de Controle			
Resp. Técnico		Descrição	
Eng. Luiz Gustavo Piucco CREA - SC n.º 133805-3		EL - Projeto Elétrico 6º Pavimento - Mirante	
End.		Munic.	
Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária		Imbituba	
Desenho	Data	Desenho	Prancha
Leticia Biachi	Set/18	EL_BT_PV6	07 / 08

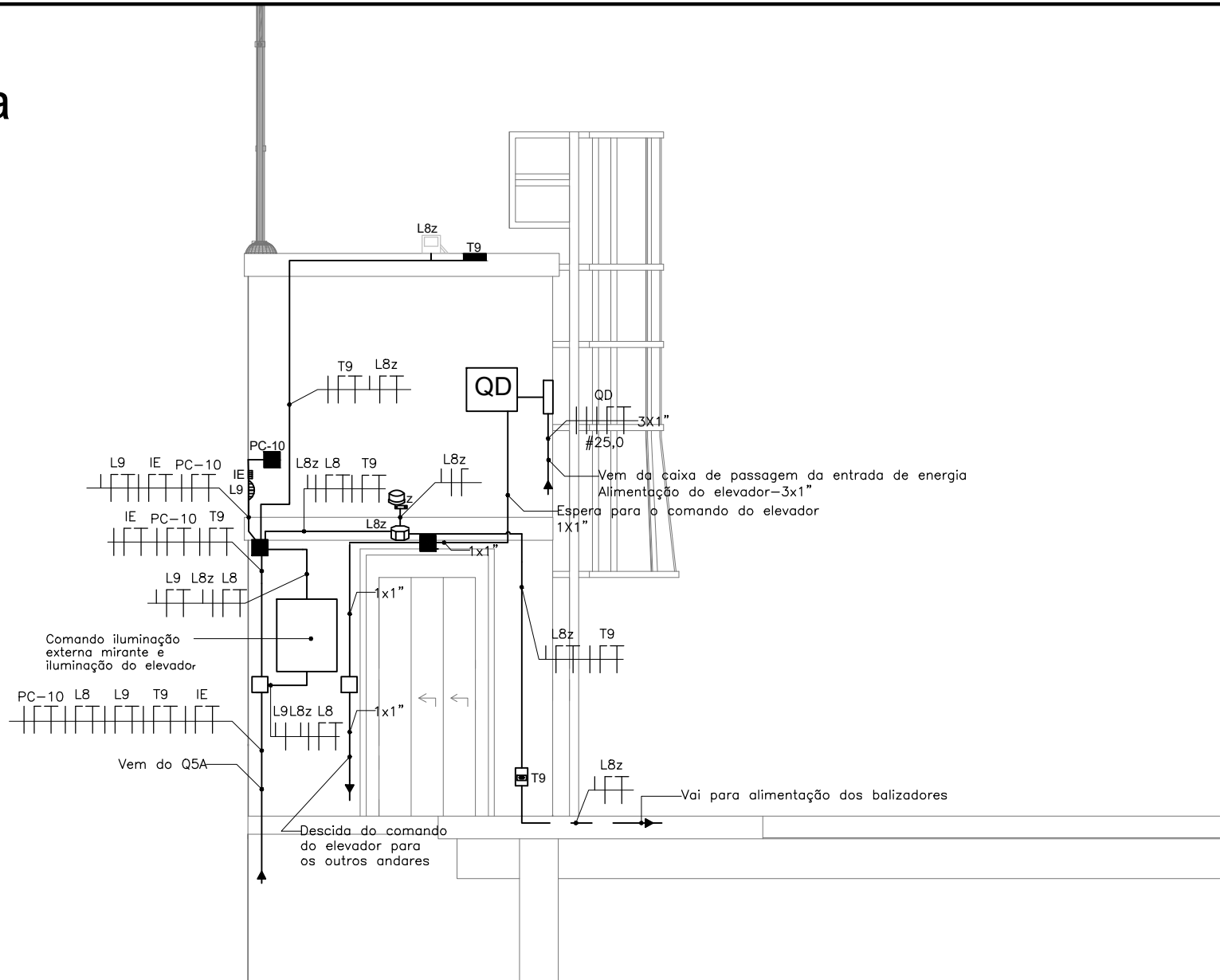
APÊNDICE H – Projeto elétrico de baixa tensão – Prumada



PRUMADA - TORRE DE CONTROLE - DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS E ILUMINAÇÃO DO ELEVADOR  
ESCALA: 1/100



PRUMADA - TORRE DE CONTROLE - CIRCUITO DE ILUMINAÇÃO DA ESCADA  
ESCALA: 1/100



PRUMADA - TORRE DE CONTROLE - CIRCUITOS DO MIRANTE

ESCALA: 1/50

SIMBOLOGIA ELÉTRICA

ESCALA: 1/100

- CABO INSTALADO APARENTE. INDICAÇÃO DO TIPO DE CABO NA PLANTA.
- ELETRODUTO METÁLICO FLEXÍVEL. BITOLA  $\phi 3/4"$ .
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO TETO OU PAREDE. BITOLA  $\phi 3/4"$ .
- ELETRODUTO FLEXÍVEL DE PVC EMBUTIDO NO PISO. BITOLA  $\phi 3/4"$ .
- ELETRODUTO RÍGIDO DE PVC. QUANDO NÃO INDICADO, BITOLA  $\phi 3/4"$  E INSTALAÇÃO APARENTE.
- ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54. VISÃO FRONTAL. H=220cm DO NÍVEL. VISTA FRONTAL.
- ARANDELA COM GRAU DE PROTEÇÃO IP54. VISÃO LATERAL. H=220cm DO NÍVEL. VISTA LATERAL.
- LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA. H=220cm DO NÍVEL. VISTA FRONTAL.
- LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA. VISTA LATERAL. H=220cm DO NÍVEL. VISTA LATERAL.
- CAIXA DE OCTOGONAL 4" DE PVC. INSTALADA SOBRE O FORRO. VISTA FRONTAL.
- QUADRO DE FORÇA. H=150cm DO PISO. VISTA FRONTAL/TRASEIRA.
- QUADRO DE FORÇA ESTABILIZADO. H=150cm DO PISO. VISTA FRONTAL/TRASEIRA.
- QUADRO DE COMANDO DE ILUMINAÇÃO. VISTA FRONTAL. H=150cm DO PISO.
- CAIXA DE PASSAGEM. 30x30cm. VISTA LATERAL. H=350cm DO NÍVEL.
- CAIXA DE PASSAGEM. 30x30cm. VISTA TRASEIRA. H=150cm DO PISO. VISTA FRONTAL/TRASEIRA.
- CONJUNTO DE 1 TOMADA 10A 220V IP-44 (AQUATIC PIAL). EM CAIXA 4x2". H=25cm DO PISO.
- FOTOCÉLULA INSTALADA EM PAREDE + CAIXA DE PASSAGEM 4x2" COM TAMPA CEGA. H=250cm.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=110cm DO PISO. VISTA SUPERIOR.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=200cm DO PISO. VISTA SUPERIOR.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=200cm DO PISO. VISTA FRONTAL/TRASEIRA.
- PONTO DE FORÇA OU PASSAGEM. EM CAIXA 4x2" COM TAMPA CEGA. H=110cm DO PISO. VISTA FRONTAL/TRASEIRA.
- REFLETOR EXTERNO DE LED. VISTA FRONTAL.
- CAIXA DE PASSAGEM COM 3 PONTOS DE TOMADA. INSTALAÇÃO EM PISO. PROTEÇÃO IP-54. VISTA LATERAL.
- FIAÇÃO: FASE, NEUTRO, TERRA, RETORNO, CABO BLINDADO 2x#2,5mm<sup>2</sup> (ANTI-INCÊNDIO), E POSITIVO E NEGATIVO, RESPECTIVAMENTE.

OBSERVAÇÃO:

1 – QUALQUER ESPECIFICAÇÃO OU UTILIZAÇÃO DIFERENTE PARA QUALQUER DOS SIMBOLOS ACIMA, SERÁ ESPECIFICADO EM PLANTA. PARA A CORRETA INSTALAÇÃO CONSIDERAR O PROJETO COMO UM TODO (PLANTAS, DETALHES, RELAÇÃO DE MATERIAIS E MEMORIAL DESCRITIVO).

NOTAS

- ESTE PROJETO REFERE-SE AS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA REFORMA DA TORRE DE CONTROLE DO PORTO DE IMBITUBA.
- OS MATERIAIS E SUAS RESPECTIVAS QUANTIDADES FORAM MENSURADOS CONFORME PLANTAS DO PROJETO. OS MATERIAIS DE MENOR PORTE (EX: PARAFUSOS, BUCHAS, ARRUELAS, FITA ISOLANTE, TERMINAIS, ANILHAS, ETC), NÃO ESTÃO COTADOS, PORTANTO DEVEM SER CONSIDERADOS PELO EXECUTOR.
- ANTES DA EXECUÇÃO, AS PLANTAS, MEMORIAL DESCRITIVO E RELAÇÃO DE MATERIAIS DEVERÃO SER ESTUDADO PELO EXECUTOR, SENDO QUE AS POSSÍVEIS DÓVIDAS REFERENTES AO PROJETO DEVERÃO SER SANADAS JUNTO AO PROJETISTA ANTES DO INÍCIO DA OBRA.
- TODAS AS MEDIDAS ESTÃO EM CENTÍMETROS, AS MEDIDAS DE ALTURA (INICADAS PELA LETRA "H") REFEREM-SE A DISTÂNCIA ENTRE O PISO ACABADO E O CENTRO DO OBJETO EM QUESTÃO. QUANDO FOR DIFERENTE DO EXPOSTO SERÁ INDICADO.
- TODOS ELETRODUTOS COM BITOLA NÃO INDICADA SERÃO  $\phi 1"$ .
- SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO:
  - 6.1. QYA – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE.
  - 6.2. QYB – QUADRO DE ENERGIA ESTABILIZADA, PROVINDA DE NOBREAK.
  - 6.3. QC – QUADRO UTILIZADO EXCLUSIVAMENTE PARA ALIMENTAÇÃO DO NOBREAK.
  - 6.4. QD – QUADRO DE ENERGIA DERIVADA DA REDE PARA ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ELEVADOR.
- PS: "Y" REPRESENTA O NÚMERO DO ANDAR NO QUAL O QUADRO ESTÁ LOCALIZADO.
- A FIAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO DE CORES:
  - 7.1. FASE – PRETO
  - 7.2. NEUTRO – AZUL-CLARO
  - 7.3. RETORNO – AMARELO OU BRANCO
  - 7.4. TERRA – VERDE-AMARELO
- TODOS OS CONDUTORES COM SEÇÃO NÃO INDICADA SERÃO #2,5mm<sup>2</sup>.
- SEGUIR ABAIXO A NOMENCLATURA DOS CIRCUITOS ESPECÍFICOS:
  - 9.1. LX – ILUMINAÇÃO;
  - 9.2. IE – ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA;
  - 9.3. TX – TOMADAS;
  - 9.4. AC-X – AR CONDICIONADO;
  - 9.5. PC-X – COMPUTADOR.
- TODAS AS EMENDAS E DERIVAÇÕES COM CABOS INSTALADOS NO PISO, OU EM ÁREAS EXTERNAS, DEVERÃO SER PROTEGIDAS POR FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO. PARA EMENDAS EM CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm<sup>2</sup> (EM QUALQUER TIPO DE ÁREA) UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO E FITA ISOLANTE DE AUTO-FUSÃO.
- TODOS OS CIRCUITOS DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DEVERÃO SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DE ETIQUETAS.
- EM TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER RESPEITADOS OS CONDUTORES FASE E NEUTRO DO MESMO CIRCUITO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DO INTERRUPTOR DIFERENCIAL RESIDUAL (DR).
- OS CABOS DE TODOS OS CIRCUITOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO AO CIRCUITO JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO. TAMBÉM DEVERÃO SER IDENTIFICADOS OS CONDUTORES NEUTRO.
- OS CABOS DOS CIRCUITOS TRIFÁSICOS DEVERÃO SER IDENTIFICADOS QUANTO A FASE JUNTO AO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO E JUNTO À CARGA, ATRAVÉS DE FITA ISOLANTE COLORIDA. SEGUIR O SEGUINTE PADRÃO: FASE R, VERMELHA. FASE S, AMARELA. FASE T, BRANCA. FAZER A IDENTIFICAÇÃO COM FITA TAMBÉM PARA OS CABOS DE CIRCUITOS MONOFÁSICOS MAIORES OU IGUAIS A #10mm<sup>2</sup>.
- NAS CONEXÕES DOS CABOS AOS TERMINAIS DOS DISJUNTORES OU BARRAMENTOS, DEVERÃO SER UTILIZADOS CONECTORES. PARA CABOS DE BITOLA MAIOR OU IGUAL A #10mm<sup>2</sup>, UTILIZAR CONECTORES A COMPRESSÃO. PARA CABOS DE BITOLA MENOR OU IGUAL A 6mm<sup>2</sup>, UTILIZAR TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS.
- TODA A MASSA METÁLICA NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER ATERRADA RESPEITANDO O ESQUEMA ABAIXO:
  - 16.1. QUADRO – #16mm<sup>2</sup>
  - 16.2. LUMINÁRIAS – #2,5mm<sup>2</sup>
  - 16.3. CARCAÇA DE EQUIPAMENTOS – MESMA BITOLA DO TERRA DE ALIMENTAÇÃO
- OS CONDUTORES NEUTRO (N) E TERRA (PE), DEVERÃO SER INTERLIGADOS APENAS NO QUADRO GERAL (QA). NÃO DEVERÁ SER REALIZADA QUALQUER INTERLIGAÇÃO DESTES DOIS CONDUTORES NO INTERIOR DA EDIFICAÇÃO.

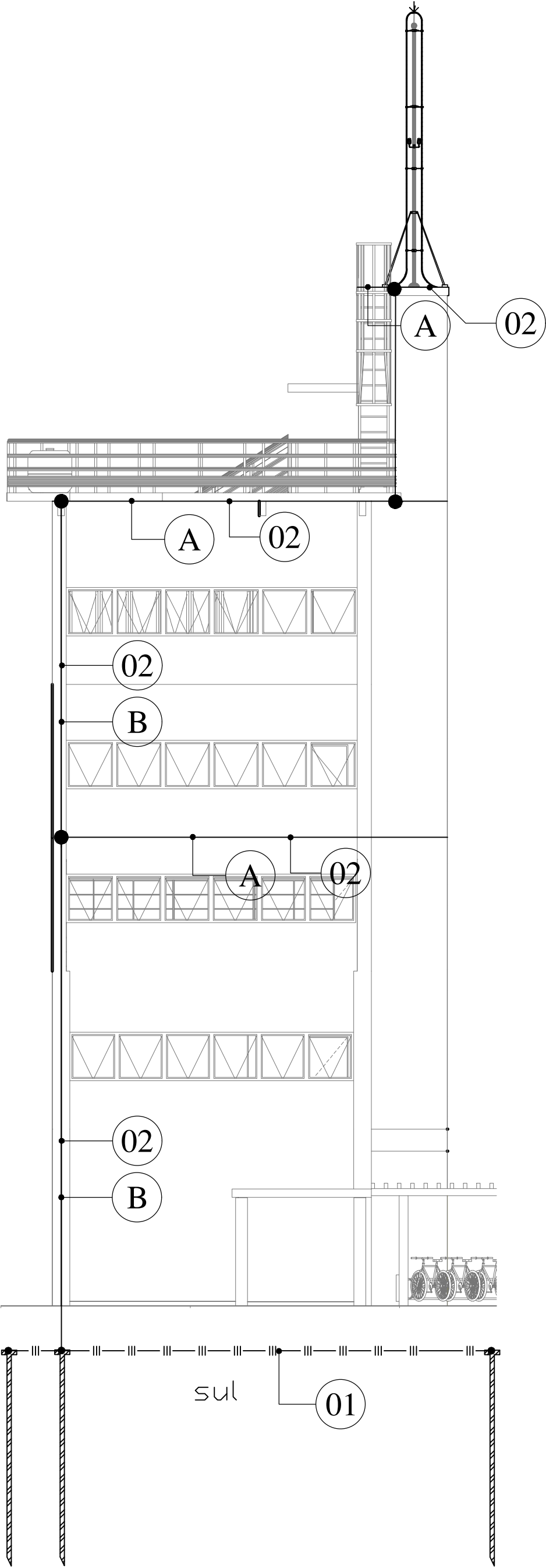
PORTO DE IMBITUBA S.A.

Reforma da Torre de Controle

Título		Eng. Luiz Gustavo Piucco CREA - SC n.º 133805-3	
Resp. Técnico		Munic. Imbituba	
End.		Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária	
Desenho		Data	
Letícia Biachi		Set/18	
Desenho		Desenho	
Letícia Biachi		EL_BT_PR	
Data		Data	
Set/18		08 / 08	



APÊNDICE I – SPDA – Vista sul



SPDA - TORRE DE CONTROLE - VISTA SUL  
ESCALA: 1/100

SIMBOLOGIA ELÉTRICA

- ||—||—||—||—||—||—||—|| — CABO DE COBRE NU – ATERRAMENTO 50mm<sup>2</sup>.
- — — — — CABO DE COBRE NU – DESCIDA 35mm<sup>2</sup>.
- ⬢ — CAPTOR TIPO FRANKLIN COM MASTRO DE 6m.
- — SOLDA EXOTÉRMICA.
- — CONECTOR PARA HASTES DE ATERRAMENTO ø5/8”x240cm. .
- — HASTE DE ATERRAMENTO. ø5/8”x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE). VISÃO SUPERIOR
- ⊠ — CAIXA DE PVC PARA INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO 300mm.
- ⌋ — HASTE DE ATERRAMENTO. ø5/8”x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE).

NOTA DE FIAÇÃO

- Cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> 01
- Cabo de cobre nu 35mm<sup>2</sup> 02

NOTA DE FIXAÇÃO

- Usar presilha de latão a cada 1,0m horizontal A
- Usar presilha de latão a cada 1,5m de descida B

NOTAS SPDA

- 01 – NO SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO, TODAS AS CONEXÕES DEVERÃO SER PROTEGIDAS CONTRA CORROSÃO, POR COMPOSTO ANTI-ÓXIDO.
- 02 – OS CONDUTORES DE DESCIDA E AS HASTES DE ATERRAMENTO, DEVEM FICAR AFASTADOS NO MÍNIMO 1m DAS FUNDAÇÕES DA EDIFICAÇÃO.
- 03 – O SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO DEVERÁ ESTABELECER UMA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO MÁXIMA DE 10 OHMS.
- 04 – AS HASTES DE ATERRAMENTO DEVERÃO SER FABRICADAS EM AÇO E REVESTIDAS UNIFORMEMENTE COM UMA CAMADA DE COBRE COM ESPESSURA MÍNIMA DE 254 MICRA.
- 05 – QUANDO AS HASTES DE ATERRAMENTO FOREM INSTALADAS SOB PISOS, AS MESMAS DEVERÃO SER PROVIDAS DE CAIXA DE INSPEÇÃO.
- 06 – TODAS AS CONEXÕES DOS CABOS DEVERÃO SER REALIZADAS ATRAVÉS DE SOLDA EXOTÉRMICA INCLUSIVE AS CONEXÕES SUBTERRÂNEAS E A CONEXÃO CABO/HASTE DEVE SER FEITA VIA CONECTOR ESPECÍFICO.
- 07 – A MALHA DE ATERRAMENTO DO SPDA DO PRÉDIO DEVERÁ SER INTERLIGADA, COM CABO DE COBRE NÚ #50mm<sup>2</sup> E OS CABOS DAS DESCIDAS DEVERÃO SER DE #35mm<sup>2</sup>.
- 08 – A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER ENTERRADA A NO MÍNIMO 60cm DO NÍVEL DO SOLO E A 100cm DAS FUNDAÇÕES DO PRÉDIO.
- 09 – TODA PARTE METÁLICA EXTERNA DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER INTERLIGADA AO SPDA, INCLUSIVE AS ESCADAS METÁLICAS.
- 10– OS CONDUTORES DISPOSTOS DA HORIZONTAL DEVEM SER FIXADOS NA ESTRUTURA POR MEIO DE PRESILHAS A CADA 1 METRO,
- 11– OS CONDUTORES DISPOSTOS NA VERTICAL OU INCLINADOS DEVEM SER FIXADOS POR MEIO DE PRESILHAS A CASA 1,5 METROS,
- 12– ELETRODUTOS RÍGIDOS ROSCÁVEIS DE 1½” COM 3 METROS DE COMPRIMENTO E FIXADOS POR 2 ABRAÇADEIRAS DEVEM SER INSTALADOS PARA A PROTEÇÃO DO CONTATO HUMANO EM CADA DESCIDA.

PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título  
Reforma da Torre de Controle

Resp. Técnico  
Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

Descrição  
EL - Projeto Elétrico  
SPDA - Descida Sul

End.  
Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Munic.  
Imbituba

Desenho  
Letícia Biachi

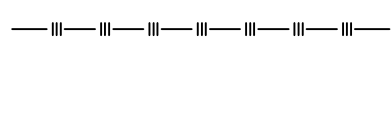






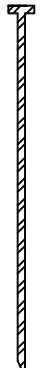
Data  
Set/18

Desenho  
EL\_SPDA\_S

Prancha  
04 / 05

# SIMBOLOGIA ELÉTRICA



- |   |  |
|---|--|
|   | – CABO DE COBRE NU – ATERRAMENTO 50mm <sup>2</sup> .   |
|   | – CABO DE COBRE NU – DESCIDA 35mm <sup>2</sup> .   |
|  | – CAPTOR TIPO FRANKLIN COM MASTRO DE 6m.   |
|  | – SOLDA EXOTÉRMICA.  |
|  | – CONECTOR PARA HASTES DE ATERRAMENTO $\varnothing 5/8"$ x240cm. .   |
|  | – HASTE DE ATERRAMENTO. $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE). VISÃO SUPERIOR |
|  | – CAIXA DE PVC PARA INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO 300mm.   |
|  | – HASTE DE ATERRAMENTO. $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE).                |

## NOTA DE FIAÇÃO

Cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> 01

Cabo de cobre nu 35mm<sup>2</sup> 02

## NOTA DE FIXAÇÃO

• Usar presilha de latão a cada 1,0m horizontal A

Usar presilha de latão a cada 1,5m de descida. **B**

## NOTAS SPDA

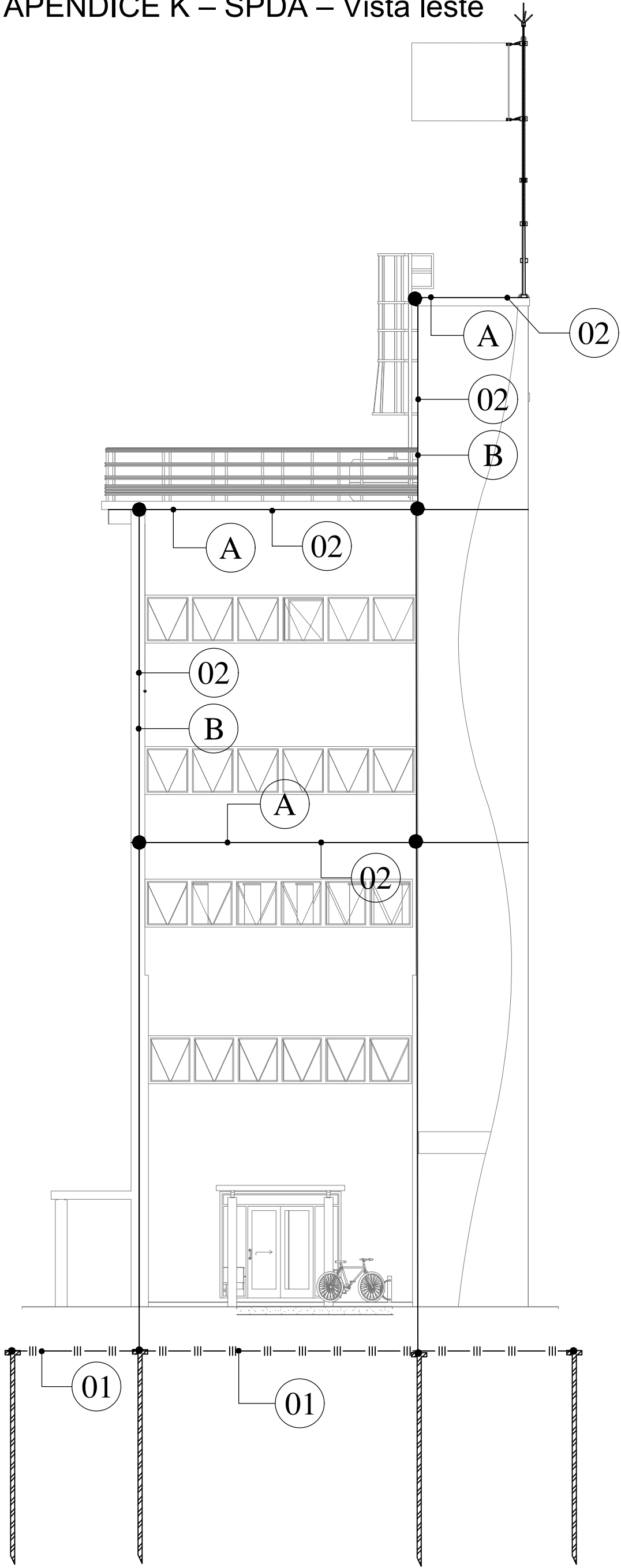
12- ELETRODUTOS RÍGIDOS ROSCÁVEIS DE 1/2" COM 3 METROS DE COMPRIMENTO E FIXADOS POR 2 ABRAÇADEIRAS DEVEM SER INSTALADOS PARA A PROTEÇÃO DO CONTATO HUMANO EM CADA DESCIDA.

<h1 style="margin: 0;">PORTO DE IMBITUBA S.A.</h1>			
<p>Título</p> <h2 style="margin: 0;">Reforma da Torre de Controle</h2>			
<p>Resp. Técnico</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>Eng. Luiz Gustavo Piucco CREA - SC n.º 133805-3</p>	<p>Descrição</p> <div style="border: 1px solid black; height: 80px; margin-top: 5px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <p style="font-size: 1.2em;">EL - Projeto Elétrico SPDA - Descida Norte</p> </div>		
<p>End.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária</p>	<p>Munic.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>Imbituba</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Desenho</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>Leticia Biachi</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Data</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>Set/18</p> </div> </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Desenho</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>EL_SPDA_N</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Planilha</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div> <p>03 / 05</p> </div> </div>		<div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 5px;"></div>	

C:\Users\lnbia\Desktop\TCC NOVO\115 Reforma da Torre de Controle\1. Termo de referência\1.03 TR\Projeto elétrico\06\_SPDA\EL\_SPDA\_LESTE.dwg - LETÍCIA BIACHI - 22/11/2018 10:22:46

Salvo por LNIA: 13/11/2018 15:26:52

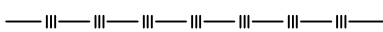
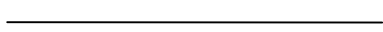





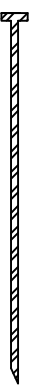
APÊNDICE K – SPDA – Vista leste



SPDA - TORRE DE CONTROLE - VISTA LESTE

ESCALA: 1/100

SIMBOLOGIA ELÉTRICA

-  – CABO DE COBRE NU – ATERRAMENTO 50mm².
-  – CABO DE COBRE NU – DESCIDA 35mm².
-  – CAPTOR TIPO FRANKLIN COM MASTRO DE 6m.
-  – SOLDA EXOTÉRMICA.
-  – CONECTOR PARA HASTES DE ATERRAMENTO  $\varnothing 5/8"$ x240cm. .
-  – HASTE DE ATERRAMENTO.  $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE) . VISÃO SUPERIOR
-  – CAIXA DE PVC PARA INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO 300mm.
-  – HASTE DE ATERRAMENTO.  $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE).

NOTA DE FIAÇÃO

- Cabo de cobre nu 50mm² (01)
- Cabo de cobre nu 35mm² (02)

NOTA DE FIXAÇÃO

- Usar presilha de latão a cada 1,0m horizontal (A)
- Usar presilha de latão a cada 1,5m de descida (B)

NOTAS SPDA

- 01 – NO SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO, TODAS AS CONEXÕES DEVERÃO SER PROTEGIDAS CONTRA CORROSÃO, POR COMPOSTO ANTI-ÓXIDO.
- 02 – OS CONDUTORES DE DESCIDA E AS HASTES DE ATERRAMENTO, DEVEM FICAR AFASTADOS NO MÍNIMO 1m DAS FUNDAÇÕES DA EDIFICAÇÃO.
- 03 – O SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO DEVERÁ ESTABELECEER UMA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO MÁXIMA DE 10 OHMS.
- 04 – AS HASTES DE ATERRAMENTO DEVERÃO SER FABRICADAS EM AÇO E REVESTIDAS UNIFORMEMENTE COM UMA CAMADA DE COBRE COM ESPESSURA MÍNIMA DE 254 MICRA.
- 05 – QUANDO AS HASTES DE ATERRAMENTO FOREM INSTALADAS SOB PISOS, AS MESMAS DEVERÃO SER PROVIDAS DE CAIXA DE INSPEÇÃO.
- 06 – TODAS AS CONEXÕES DOS CABOS DEVERÃO SER REALIZADAS ATRAVÉS DE SOLDA EXOTÉRMICA INCLUSIVE AS CONEXÕES SUBTERRÂNEAS E A CONEXÃO CABO/HASTE DEVE SER FEITA VIA CONECTOR ESPECÍFICO.
- 07 – A MALHA DE ATERRAMENTO DO SPDA DO PRÉDIO DEVERÁ SER INTERLIGADA, COM CABO DE COBRE NÚ #50mm² E OS CABOS DAS DESCIDAS DEVERÃO SER DE #35mm².
- 08 – A MALHA DE ATERRAMENTO DEVERÁ SER ENTERRADA A NO MÍNIMO 60cm DO NÍVEL DO SOLO E A 100cm DAS FUNDAÇÕES DO PRÉDIO.
- 09 – TODA PARTE METÁLICA EXTERNA DA EDIFICAÇÃO DEVERÁ SER INTERLIGADA AO SPDA, INCLUSIVE AS ESCADAS METÁLICAS.
- 10– OS CONDUTORES DISPOSTOS DA HORIZONTAL DEVEM SER FIXADOS NA ESTRUTURA POR MEIO DE PRESILHAS A CADA 1 METRO,
- 11– OS CONDUTORES DISPOSTOS NA VERTICAL OU INCLINADOS DEVEM SER FIXADOS POR MEIO DE PRESILHAS A CASA 1,5 METROS,
- 12– ELETRODUTOS RÍGIDOS ROSCÁVEIS DE 1½” COM 3 METROS DE COMPRIMENTO E FIXADOS POR 2 ABRAÇADEIRAS DEVEM SER INSTALADOS PARA A PROTEÇÃO DO CONTADO HUMANO EM CADA DESCIDA.

PORTO DE IMBITUBA S.A.

Título  
Reforma da Torre de Controle

Resp. Técnico  
Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

Descrição  
EL - Projeto Elétrico  
SPDA - Descida Leste

End.  
Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Munic.  
Imbituba

Desenho  
Letícia Biachi

Data  
Set/18

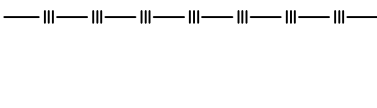






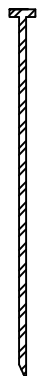
Desenho  
EL\_SPDA\_LE

Prancha  
01 / 05



## SIMBOLOGIA ELÉTRICA



- |   |  |
|---|--|
|   | - CABO DE COBRE NU - ATERRAMENTO 50mm <sup>2</sup> .   |
|   | - CABO DE COBRE NU - DESCIDA 35mm <sup>2</sup> .   |
|  | - CAPTOR TIPO FRANKLIN COM MASTRO DE 6m.   |
|  | - SOLDA EXOTÉRMICA.  |
|  | - CONECTOR PARA HASTES DE ATERRAMENTO $\varnothing 5/8"$ x240cm. .   |
|  | - HASTE DE ATERRAMENTO. $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE). VISÃO SUPERIOR |
|  | - CAIXA DE PVC PARA INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO 300mm.   |
|  | - HASTE DE ATERRAMENTO. $\varnothing 5/8"$ x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE).                |

## NOTA DE FIAÇÃO

Cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> 01

Cabo de cobre nu 35mm<sup>2</sup> 02

## NOTA DE FIXAÇÃO

• Usar presilha de latão a cada 1,0m horizontal **A**

• Usar presilha de latão a cada 1,5m de descida. **B**

## NOTAS SPDA

12- ELETRODUTOS RÍGIDOS ROSCÁVEIS DE 1/2" COM 3 METROS DE COMPRIMENTO E FIXADOS POR 2 ABRAÇADEIRAS DEVEM SER INSTALADOS PARA A PROTEÇÃO DO CONTATO HUMANO EM CADA DESCIDA.

## PORTO DE IMBITUBA S.A.

— Título —

Reforma da Torre de Controle

—Resp. Técnico

---

— Descrição

Eng. Luiz Gustavo Piucco  
CREA - SC n.º 133805-3

EL - Projeto Elétrico  
SPDA - Descida Oeste

—End.

— Munic. —

Av. Getúlio Vargas, S/N - Área Portuária

Imbituba

Desenho  
Letícia Biachi

Data  
Set/18

Desenho

EL SPDA DE

Prancha

02 / 05

Cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> 01

Cabo de cobre nu 35mm<sup>2</sup> 02

• Usar presilha de latão a cada 1,0m horizontal (A)

• Usar presilha de latão a cada 1,5m de descida (B)

12- ELETRODUTOS RÍGIDOS ROSCÁVEIS DE 1/2" COM 3 METROS DE COMPRIMENTO E FIXADOS POR 2 ABRAÇADEIRAS DEVEM SER INSTALADOS PARA A PROTEÇÃO DO CONTATO HUMANO EM CADA DESCIDA.

- CABO DE COBRE NU — ATERRAMENTO 50mm<sup>2</sup>.
- CABO DE COBRE NU — DESCIDA 35mm<sup>2</sup>.
- CAPTOR TIPO FRANKLIN COM MASTRO DE 6m.
- SOLDA EXOTÉRMICA.
- CONECTOR PARA HASTES DE ATERRAMENTO Ø5/8"x240cm. .
- HASTE DE ATERRAMENTO. Ø5/8"x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE). VISÃO SUPERIOR
- CAIXA DE PVC PARA INSPEÇÃO DO ATERRAMENTO 300mm.
- HASTE DE ATERRAMENTO. Ø5/8"x240cm. TIPO ALTA CAMADA (254 MICRONS DE COBRE).

Desenho	Data	Desenho	Prancha
Letícia Biachi	Set/18	EL_SPDA_SUP	05 / 05

**APÊNDICE N – Lista de materiais Torre de Controle**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Und</b>	<b>Quant.</b>
<b>1</b>	<b>Cabos, dutos e acessórios elétricos</b>		
1.1	Escavação mecânica com reaterro e compactação de vala em material de 1ª categoria	m³	15
1.2	Envelope de concreto para tubos PVC enterrado, tipo C, FCK= 13,5MPa	m³	2,25
1.3	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, feito em obra, acabamento convencional, não armado. (Recomposição da calçada)	m³	0,18
1.4	Caixa de passagem 60x60x70 fundo brita com tampa de ferro fundido, para uso elétrico, de acordo com a NBR 10160	un	4
1.5	Duto corrugado flexível em PEAD Ø = 2", lançado diretamente no solo, exclusive escavação e reaterro	m	150
1.6	Tampão de pvc 2" para eletroduto	un	18
1.7	Eletroduto flexível corrugado, pvc, dn 32 mm (1"), para circuitos terminais, instalado em laje - fornecimento e instalação	m	830
1.8	Abraçadeira tipo U, d=1", para eletrodutos	un	200
1.9	Eletroduto flexível corrugado, pvc, dn 25 mm (3/4"), para circuitos terminais, instalado em parede - fornecimento e instalação	m	40
1.10	Cabo de cobre flexível isolado, 35 mm², anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - vermelho	m	40
1.11	Cabo de cobre flexível isolado, 35 mm², anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - branco	m	40
1.12	Cabo de cobre flexível isolado, 35 mm², anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - preto	m	40
1.13	Cabo de cobre flexível isolado, 35 mm², anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	40
1.14	Cabo de cobre flexível isolado, 25 mm², anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	80

1.15	Cabo de cobre flexível isolado, 35 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - azul	m	40
1.16	Cabo de cobre flexível isolado, 25 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - azul	m	80
1.17	Cabo de cobre flexível isolado, 25 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - preto	m	80
1.18	Cabo de cobre flexível isolado, 25 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - vermelho	m	80
1.19	Cabo de cobre flexível isolado, 25 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para distribuição - fornecimento e instalação - branco	m	80
1.20	Cabo de cobre flexível isolado, 16 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - preto	m	80
1.21	Cabo de cobre flexível isolado, 16 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	80
1.22	Cabo de cobre flexível isolado, 16 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - azul	m	80
1.23	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - preto	m	15
1.24	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - azul	m	15
1.25	Cabo de cobre flexível isolado, 10 mm <sup>2</sup> , anti-chama 0,6/1,0 KV, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	15
1.26	Cabo de cobre flexível isolado, 6 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - preto	m	45
1.27	Cabo de cobre flexível isolado, 6 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - azul	m	45

1.28	Cabo de cobre flexível isolado, 6 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	45
1.29	Cabo de cobre flexível isolado, 4 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - preto	m	45
1.30	Cabo de cobre flexível isolado, 4 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	85
1.31	Cabo de cobre flexível isolado, 4 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - branco	m	45
1.32	Cabo de cobre flexível isolado, 4 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - azul	m	85
1.33	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - preto	m	1220
1.34	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - azul	m	1320
1.35	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - verde-amarelo	m	1320
1.36	Cabo de cobre flexível isolado, 2,5 mm <sup>2</sup> , anti-chama 450/750 V, para circuitos terminais - fornecimento e instalação - branco	m	450
1.37	Caixa octogonal 4" X 4", PVC, instalada em laje - fornecimento e instalação.	un	56
1.38	Caixa retangular 4" X 2", PVC, instalada em parede - fornecimento e instalação.	un	200
1.39	Fornecimento e instalação de tampa cega (espelho liso) para caixa 4" x 2"	un	28
1.40	Caixa de passagem em alumínio fundido à prova de tempo, IP54, vedada, tampa antiderrapante, 300 x 300 mm. Pintura a pó epóxi-polester na cor cinza. Chumbada em concreto, com instalação e material	un	1
1.41	Caixa de passagem pvc, 4" x 4" cm, embutir, p/eletroduto	un	2
1.42	Tampa cega 4"x4" plástica	un	2

1.43	Tomada de embutir (1 módulo), 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação.	un	44
1.44	Tomada de embutir (2 módulos), 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação.	un	45
1.45	Interruptor paralelo (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	2
1.46	Interruptor simples (2 módulos), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação.	un	3
1.47	Interruptor simples (3 módulos), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação.	un	2
1.48	Interruptor simples (2 módulos) com 1 tomada de embutir 2P+T 10 A, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação.	un	2
1.49	Interruptor simples (1 módulo), 10A/250V, incluindo suporte e placa - fornecimento e instalação	un	9
1.50	Tomada para área externa 2P+T com grau de proteção IP54. Fornecimento e instalação	un	7
1.51	Caixa 4x2 de 1" para tomada de área externa com proteção IP54. Fornecimento e instalação	un	7
1.52	Caixa de tomadas de piso com dimensões médias de 240X240X60mm p/ contrapiso, com entradas em todos os lados para eletrodutos de 1". Com 2 tomadas RJ45 + 2 tomadas elétricas 2P+T. Com tampa de alumínio/plástico para acabamento do piso e abertura para saída de cabos. Fornecimento e instalação.	un	1
1.53	Fita isolante alta fusão 19 mm x 10 m - Fornecimento	un	4
1.54	Rasgo em alvenaria para eletrodutos com diâmetros menores ou iguais a 40 mm.	m	250
1.55	Rasgo em contrapiso para ramais/ distribuição com diâmetros maiores que 40 mm e menores ou iguais a 75	m	25
1.56	Furo em concreto com broca de vídea, utilizando martelo elétrico (diâmetro: 1" / profundidade: 40 cm)	un	10
1.57	Remoção de cabos elétricos, de forma manual, sem reaproveitamento.	m	2500
1.58	Remoção de interruptores/tomadas elétricas, de forma manual, sem reaproveitamento.	un	50
1.59	Remoção de luminárias, de forma manual, sem reaproveitamento.	un	100
1.60	As Built	m²	460
<b>2</b>	<b>Iluminação</b>		

2.1	Luminária de sobrepor quadrada com placa de LED e driver multitensão (100-250V) integrados à luminária, potência máxima 45 W. Corpo em chapa de aço/alumínio pintada na cor branca microtexturizada, difusor translúcido, fluxo luminoso mínimo de 3.500 lm, eficiência mínima 95 lm/W, temperatura de cor 5.000K. IRC> 80, grau de proteção mínimo IP20. Manutenção mínima de 70% do fluxo luminoso inicial acima de 25.000h de uso, em ambientes com temperatura entre -20 e 50°C. Medidas aproximadas: 600 x 600 mm. Garantia mínima de 2 anos. Instalação inclusa.	un	48
2.2	Luminária de sobrepor quadrada menor com placa de LED e driver multitensão (100-250V) integrados à luminária, potência máxima 30 W. Corpo em chapa de aço/alumínio pintada na cor branca microtexturizada, difusor translúcido, fluxo luminoso mínimo de 1.800 lm, eficácia mínima de 95 lm/W, temperatura de cor 5.000K. IRC> 80, grau de proteção mínimo IP20. Manutenção de no mínimo 70% do fluxo luminoso inicial em 25.000h de uso. Medidas aproximadas: 300 x 300 mm. Garantia mínima de 2 anos. Instalação inclusa.	un	7
2.3	Arandela decorativa de sobrepor para parede de banheiro, base de alumínio, difusor com vidro curvo acetinado, para duas lâmpadas fluorescentes 23W compactas eletrônicas ou bulbo a 60, compatível com caixa 4x2. Medidas de referência: 610 x 112 x 90 mm. Fornecida com 2 lâmpadas LED amarela, bulbo a60, base e-27. Instalação inclusa.	cj	4
2.4	Arandela de sobrepor em parede, tipo tartaruga, blindada e à prova de gases não inflamáveis, vapores e pó. Corpo e grade de proteção de alumínio na cor branca, visor em vidro, grau de proteção mínimo IP54, para lâmpadas de até 100 W e base e-27. Todos os parafusos em aço inox. Protegido por juntas de vedação. Montada com lâmpada LED 13,5W, com base E-27, fluxo luminoso mínimo de 1500 lm. Instalação inclusa.	cj	17

2.5	Balizador de embutir em piso com LED e fonte integrada, tensão 220 V, potência 2 W, fluxo luminoso mínimo de 80 lm, 3.000 K, grau de proteção mínimo IP67, temperatura de operação 0-40 °C, vida útil mínima (L70): 20.000 h garantia mínima de 2 anos. Medidas de referência: diâmetro externo do balizador: 33 mm; comprimento: 55 mm; diâmetro do corpo do balizador: 30 mm; ângulo de abertura: 30°. Instalação inclusa.	un	15
2.6	Refletor TR Led, corpo em alumínio, vidro temperado, parafuso em aço inox, potencia 30W, IP-65	un	11
2.7	Placa de sinalização de abandono em acrílico, 0.30 x 0.12 m	un	13
2.8	Luminária de emergência com 31 Leds c/ autonomia de 1 hora	un	31
2.9	Relé fotoelétrico para comando de iluminação externa 220 V /1000 w - fornecimento e instalação	un	3
<b>3</b>	<b>Quadros de força e comando</b>		
3.1	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, em chapa de aço, para até 40 disjuntores, 800x600x200cm, exclusive disjuntores	un	1
3.2	Quadro de distribuição de energia de embutir, em chapa metálica, para 18 disjuntores termomagnéticos monopolares, com barramento trifásico e neutro, fornecimento e instalação	un	10
3.3	Quadro de distribuição de embutir, com barramento, para até 6 disjuntores padrão europeu (linha branca), exclusive disjuntores	un	1
3.4	Caixa de passagem em pvc tipo aquatic 180x140x80mm	un	9
3.5	Caixa em chapa metálica galvanizada 60 x 50 x 20cm, para quadro de comando	un	2
3.6	Caixa de passagem a prova de umidade em alumínio 30x30x12cm, tampa parafusada, cor branca	un	7
3.7	Disjuntor termomagnético monopolar 70 A, padrão DIN (Europeu - linha branca), curva C, corrente 5KA	un	16
3.8	Disjuntor termomagnético tripolar 70 A, padrão DIN (Europeu - linha branca), curva C, 10KA	un	1
3.9	Disjuntor termomagnético tripolar 50 A, padrão DIN (Europeu - linha branca), curva C, corrente 5KA	un	2



3.10	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 50 A - fornecimento e instalação.	un	4
3.11	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 40 A - fornecimento e instalação.	un	2
3.12	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 32 A - fornecimento e instalação.	un	2
3.13	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 25 A - fornecimento e instalação.	un	1
3.14	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 20 A - fornecimento e instalação.	un	5
3.15	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 16 A - fornecimento e instalação.	un	38
3.16	Disjuntor monopolar tipo din, corrente nominal de 10 A - fornecimento e instalação.	un	5
3.17	Disjuntor tetrapolar tipo DR, corrente nominal de 40 A - fornecimento e instalação.	un	1
3.18	DPS Classe I/II - 275V - 1 polo - Corrente de impulso (10/350µs): 12,5kA - Corrente de descarga máxima (8/20µs): 60kA.	un	8
3.19	CONTATOR 3 TF 42 - 16A	un	3
3.20	Dispositivo de proteção contra surtos de tensão - DPS's - 40 KA/440V	un	20
3.21	Trilho de fixação 32/35mm	m	8
3.22	Isolador Epoxi Laranja de Baixa Tensão 30x30mm 1/4". Fornecimento e instalação.	un	28
3.23	Régua de bornes para 9 polos de 600 V / 50 A	un	14
3.24	Chapa em fibra vidro 4mm	m <sup>2</sup>	3
3.25	Fita isolante (rolo 20m) 3/4" - Fornecimento	un	14
3.26	Parafuso sext. aço inox rosca sob. M6x45mm	un	200
3.27	Arruela de pressao em aco inox	un	200
3.28	Chave seletora de 3 posições - instalado	un	3
3.29	Terminal de compressão para cabo de 35 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	un	10
3.30	Terminal de compressão para cabo de 25 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	un	10
3.31	Terminal de compressão para cabo de 16 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	un	25
3.32	Terminal de compressão para cabo de 10 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	un	25

3.33	Fornecimento de terminal pré-isolado tipo garfo série métrica para cabo 6,0 mm <sup>2</sup>	un	25
3.34	Fornecimento de terminal pré-isolado tipo garfo série métrica para cabo 4,0 mm <sup>2</sup>	un	40
3.35	Fornecimento de terminal pré-isolado tipo garfo série métrica para cabo 2,5 mm <sup>2</sup>	un	150
3.36	Disjuntor diferencial DR-16 A – 40 A, 30 mA	un	1
<b>4</b>	<b>SPDA</b>		
4.1	Pára-raio tipo Franklin 350mm, latão cromado, para descida 2 cabos, c/suporte e conectores p/cabo terra, inclusive mastro aço galv 6mx2" e base	un	1
4.2	Presilha de latão, L=20mm, para fixação de cabos de cobre, furo d=5mm, para cabos 35mm <sup>2</sup> a 50mm <sup>2</sup> (SPDA)	un	155
4.3	Cabo de cobre nu 50 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	m	55
4.4	Cabo de cobre nu 35 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	m	195
4.5	Haste de aterramento em aço com 3,00 m de comprimento e dn = 5/8" revestida com baixa camada de cobre, sem conector	un	5
4.6	Conector para haste de aterramento 5/8" - fornecimento	un	6
4.7	Fornecimento de cartucho para solda exotérmica para cabo 35 mm <sup>2</sup>	un	14
4.8	Conector split - bolt para cabo de cobre nu 50 mm <sup>2</sup> - fornecimento e instalação	un	6
4.9	Eletroduto rígido roscável, pvc, dn 50 mm (1 1/2") - fornecimento e instalação.	m	12
4.10	Abraçadeira metálica tipo D 1 1/2" para amarração de eletrodutos rígidos.	un	12
4.11	Caixa de inspeção em pvc 300mm	un	1
4.12	Escavação mecânica com reaterro e compactação de vala em material de 1ª categoria	m <sup>3</sup>	33
4.13	Isolador galvanizado para mastro de diâmetro 2', reforçado com 1 descida	un	2
OBS1:	Foi previsto para a distribuição da maioria dos condutores internos eletrodutos corrugados de PVC com diâmetro de 32 milímetros embutidos em parede, porém para a distribuição do circuito de iluminação da escada utilizou-se eletroduto de 25 milímetros de diâmetro.		

OBS2:	Para a entrada de energia na edificação foi previsto eletroduto de polietileno de alta densidade corrugado de diâmetro de 63 milímetros (2") instalado com profundidade de 1 metro.
OBS3:	Tanto para entrada de energia quanto para a subida da alimentação dos diversos quadros da edificação foram previstos eletrodutos auxiliares/reservas, como indicado em planta.
OBS4:	Preocupou-se em não ultrapassar, previsto por norma, a taxa de ocupação de 40% dos eletrodutos.
OBS5:	Para a quantificação de cabos e eletrodutos utilizou-se uma margem de 10% acima do valor medido em planta para a garantia de suprimento durante a obra.